
UC-NRLF

$B 79 051

Digitized by Google

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

Class

Digitized by Google

Calciumcyanamid

(Stickstoffkalk oder Kalkstickstoff)

als Düngemittel.

Von

Prof. Dr. H. Immendorff und Dr. E. Kempski.





Stuttgart 1907.
Verlagsbuchhandlung Eugen Ulmer.
Verlag für Landwirtschaft und Naturwissenschaften.

Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft in Stuttgart.

Digitized by Google

A. 1. L.

Inhaltsübersicht.

196005

Digitized by Google

Digitized by Google


LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Einleitung.

Die Ausführungen dieser Broschüre sollen dem Leser einen Überblick über die Ergebnisse der Untersuchungen gewähren, die auf dem durch den Titel gekennzeichneten Gebiete ausgeführt worden sind. Das Calciumcyanamid ist eine so eigenartige Erscheinung unter den zur Pflanzenernährung bisher herangezogenen Stoffen, daß es zur Zeit angebracht erscheint, im Zusammenhang das bisher darüber bekannt Gewordene zu behandeln, besonders auch deshalb, weil wohl in Zukunft mit einer beträchtlichen Zunahme der Produktion und des Verbrauchs gerechnet werden kann.

Da es sich bei der Herstellung und Verwendung des Calciumcyanamids um die Nutzbarmachung des Luftstickstoffs für die Landwirtschaft handelt, ein Problem, dessen Lösung bekanntlich schon lange Zeit in der verschiedenartigsten Weise versucht worden ist, erscheint es nur natürlich, daß im folgenden auch den angrenzenden Gebieten Beachtung geschenkt wird. Im wesentlichen beschränkt sich allerdings der Inhalt der Schrift auf die im Titel genannten Stoffe, gestreift ist auch die Herstellung von Kalksalpeter aus atmosphärischem Stickstoff durch elektrische Oxydation. Es sind das also diejenigen neuen Stickstoffdüngemittel, deren Herstellung bereits in der chemischen Technik nicht nur möglich, sondern unter Umständen auch in gewinnbringender Weise durchführbar erscheint. Andere Versuche und Vorschläge für die Bindung des atmosphärischen Stickstoffs auf chemischem Wege sind nicht berücksichtigt, da sie über das erste Versuchsstadium noch nicht herausgekommen sind.

Was die vorliegende Schrift bietet, ist nichts Abgeschlossenes und kann nichts Abgeschlossenes sein, wohl aber zeigt ihr Inhalt deutlich, welch' emsige Tätigkeit auf den verschiedenen in Betracht kommenden Arbeitsgebieten entfaltet worden ist, und es liegt, wie erwähnt, im praktischen Interesse, den augenblicklichen Zustand dieser Dinge in einem zu-

Digitized by Google

sammenfassenden Bilde festzuhalten. Es darf aber bei voller Anerkennung des schon Geleisteten nicht aus den Augen gelassen werden, daß auf dem Gebiete der Nutzbarmachung des Luftstickstoffs für die Landwirtschaft alles im Werden und Wachsen sich befindet und daß sich das Bild schnell ändern kann.

Wenn die Sprache der Schrift nicht durchweg eine allgemein verständliche ist, so liegt das in der Natur der Sache und muß mit der Eigenart des Gegenstandes entschuldigt werden.

Digitized by Google

I. Die Stickstofffrage und die Nutzbarmachung des Luftstickstoffs.

Bei den Ansprüchen, die der Landwirt heute an die Ertragsfähigkeit seiner Äcker stellt und stellen muß, reichen in weitaus den meisten Fällen die in der Wirtschaft umlaufenden Mengen von Pflanzennährstoffen nicht aus. Um die hier sich zeigenden Lücken ausfüllen zu können, hat die gütige Mutter Natur für die anspruchsvolle Menschheit in vergangenen Entwicklungsperioden der Erde gewaltige Vorräte dieser wichtigen Stoffe zur Anhäufung gebracht. Die meist durch Organismentätigkeit entstandenen Phosphorit- und Raseneisensteinlager liefern der Landwirtschaft die Phosphorsäure und die fast bis zum letzten Rest ausgetrockneten Meere Nordwestdeutschlands, deren Reste unter steinerner Decke vergraben liegen, geben das Kali her, das für den intensiven Ackerbau notwendig geworden ist. Selbst den Stickstoff, dieses oft so flüchtige und nicht leicht zu fesselnde Element, hat die Natur in fester Form anzuhäufen gewußt, nämlich in den großen Salpeterlagern Chiles und in den Steinkohlen, den Braunkohlen und dem Torf, die sich an vielen Punkten der Erde massenhaft vorfinden und aus denen das Ammoniak bei der Destillation als Nebenprodukt gewonnen werden kann und teilweise auch gewonnen wird.

Im folgenden wollen wir nur den Stickstoff genauer ins Auge fassen, dessen Bedeutung als Pflanzennährstoff den Landwirten ausreichend bekannt ist, verbraucht doch gerade die deutsche Landwirtschaft von dem Stickstoff, der den Sparbehältern der Natur entnommen wurde, gewaltige und alljährlich weiter anwachsende Mengen — in der letzten Zeit werden jährlich für ungefähr 130 Millionen Mark Stickstoffdünger gekauft worden sein. Der Landwirt in Deutschland hat sich so sehr an die Verwendung dieser Hilfsdünger gewöhnt, daß er ohne sie gar nicht mehr auskommen würde.

Digitized by Google

Bei aller Vortrefflichkeit und ausgedehntester Anwendbarkeit dieser Düngemittel, in erster Linie des Chilisalpeters und des schwefelsauren Ammoniaks, haften ihnen doch recht große Mängel an, die einmal in den hohen Preisen und ferner darin zu suchen sind, daß diese ausgezeichneten Stickstoffquellen keineswegs als unerschöpflich gelten können. Für unseren großen Salpeterbedarf kommen im Grunde nur die bekannten Lagerstätten in Chile in Betracht, die aber, wie Sachverständige abgeschätzt haben, in höchstens 40 Jahren, für die Landwirtschaft wenigstens, erschöpft sein werden. Die Delegation der vereinigten Salpeterproduzenten behauptet neuerdings zwar, daß diese älteren Schätzungen auf Grund neuerer Funde als unrichtig zu bezeichnen seien und daß die jetzt bekannten Lagerstätten auch bei steigendem Bedarf weit länger, noch über das jetzige Jahrhundert hinaus, ausreichende Salpetermengen zu liefern vermöchten. Ob hier der Wunsch der Salpeterproduzenten nicht der Vater des Gedankens ist, möge dahingestellt bleiben, sicher ist, daß man es mit einem Vorkommen zu tun hat, das in absehbarer Zeit sein Ende erreichen wird. Die Ammoniaksalze, die als Nebenprodukte in den Kokereien und Leuchtgasfabriken gewonnen werden, gehen mit den Kohlenvorräten zu Ende. Dieser Zeitpunkt liegt ohne Frage noch in weiter Ferne — aber selbst wenn die Produktion dieser Salze in Zukunft auch nach Möglichkeit weiter gesteigert wird, so werden sie doch bei weitem nicht im stande sein, den Ausfall an Chilisalpeter zu decken, und ihr Preis wird nicht geringer, sondern höher werden. „Billiger Stickstoff“ und „ausreichende Stickstoffquellen“ ist deshalb schon lange die Losung der Landwirtschaftswissenschaft und -praxis gewesen, und auf gar verschiedene Weise hat man sich seit den letzten Jahrzehnten des jüngst verflossenen Jahrhunderts bemüht, wohlfeile Stickstoffquellen zu erschließen und vorhandene zum reichlicheren Fließen zu bringen. Man richtete am Ende des vorigen Jahrhunderts, besonders nach den epochemachenden Entdeckungen Hellriegels, in erster Linie die Hoffnung auf die Bakteriologie, mußte aber hier verschiedene Enttäuschungen erleben; man sah auch wohl schon mit einem Auge zur chemischen Wissenschaft und Technik herüber, die in der Neuzeit so manche schwierige Aufgabe fast spielend gelöst hatten. Bereits seit Cavendish' Zeiten, also seit mehr als 100 Jahren[1]), sind nämlich zahlreiche Versuche an-

[1]) Cavendish' Veröffentlichungen über die Atmosphäre fallen in die Jahre 1783—1788.

gestellt worden, den in unerschöpflichen Mengen und überall vorhandenen Stickstoff der Luft in Fesseln zu schlagen.

Daß die praktische Lösung des Problems in der von Cavendish angegebenen Weise und auch noch in ganz anderer Art schon vor der Türe stand, ahnte man am Schlusse des jüngstverflossenen Jahrhunderts noch nicht. Wohl aber erkannte man mit aller Sicherheit die gewaltige Bedeutung, die einer Lösung der Frage zukommt.

Den Beweis hierfür liefert schon ein Ausspruch von William Crookes, den er bei der feierlichen Eröffnung der Sitzungen der „British Association" im Jahre 1898, also an der Wende des Jahrhunderts, tat. Crookes, der sich selbst mit der Frage der Stickstoffverbrennung auf dem von Cavendish angegebenen Wege beschäftigt hatte, sagte etwa: „Auf die Dauer wird es unmöglich sein, der beständig anwachsenden Bevölkerung der Erde Brot zu schaffen, wenn es nicht gelingt, auf künstlichem Wege dem Boden die erforderliche Stickstoffdüngung zu geben; . . . die Möglichkeit, den in der Luft befindlichen Stickstoff in Bindung zu bringen, ist aus diesem Grunde eine der größten Erfindungen, die nur darauf wartet, durch den Scharfsinn der Chemiker zweckentsprechend nutzbar gemacht zu werden." Ähnlich hat sich auch der bekannte französische Chemiker André ausgesprochen, ähnlich haben alle Agrikulturchemiker zu jener Zeit gedacht. Die sogenannte „Stickstofffrage", das heißt die Frage nach ausreichenden und billigen Stickstoffquellen für die Landwirtschaft, hatte, wie hieraus ohne weiteres hervorgeht, vor wenigen Jahren noch einen geradezu drohenden und gefährlichen Charakter. Daß ihr dieser genommen ist und daß die Landwirtschaft heute, wenigstens soweit die Beschaffung des Düngerstickstoffs in Betracht kommt, fast ohne Sorge in die Zukunft blicken kann, das verdankt sie tatsächlich der Nutzbarmachung des atmosphärischen Stickstoffs durch die chemische Technik. Es ist also ganz so gekommen, wie Crookes es vorhergesagt hatte.

Einige Streiflichter mögen auf das Gebiet fallen, welches es zu durchschreiten und zu durchforschen galt. Das ins Auge gefaßte Ziel war, den in der Luft in freier, ungebundener Form enthaltenen Stickstoff in Verbindungen überzuführen, die, abgesehen von anderen Zwecken, zur Pflanzenernährung geeignet waren. Wie schon erwähnt wurde, strebte man auf zwei ganz verschiedenen Wegen diesem Ziele zu und erreichte es auch, als man mit dem wissenschaftlichen Rüstzeug der neueren Zeit an die Frage herantrat, in unglaublich kurzer Zeit auf beiden!

Digitized by Google

Der Anfang des einen Weges war die weit zurückliegende Entdeckung des Engländers Cavendish[1]), der gezeigt hatte, daß der Stickstoff der Luft sich mit Hilfe des beigemengten Sauerstoffs verbrennen läßt, wenn große Mengen von Energie, etwa in Gestalt starker elektrischer Entladungen oder verbrennenden Wasserstoffs, auf die Mischung einwirken. An die Möglichkeit einer technischen Verwertung dieser Entdeckung konnte aber erst gedacht werden, nachdem es gelungen war, in rentabler Weise elektrische Energie in großen Mengen zu gewinnen und zu handhaben. Diese Aufgabe löste die Dynamomaschine W. v. Siemens' und die danach sich schnell und großartig entwickelnde Elektrotechnik.

Es soll hier nicht näher auf die Bearbeitung dieser Frage eingegangen werden, nur soviel sei erwähnt, daß im Jahre 1892 Crookes, unmittelbar anknüpfend an die Beobachtungen von Cavendish, mit Untersuchungen über die Verbrennung des Luftstickstoffs hervortrat. Es folgten Untersuchungen von Rayleigh, Dougal und Howles, Kowalsky und Moszicki, und ferner von Muthmann, Hofer und v. Lepel, die die Kenntnis des Prozesses wesentlich förderten, eine im großen durchführbare Darstellungsweise der Salpetersäure aus der Luft jedoch nicht brachten, wenngleich Kowalsky und Moszicki versucht hatten, ihr Verfahren in größerem Maßstabe praktisch zu verwerten. Auch eine im Jahre 1892 von den Amerikanern Bradley und Lovejoy gegründete Gesellschaft, „The Atmospheric Products Company", die mit Hilfe der Wasserkräfte des Niagarafalls und mit bedeutenden Geldmitteln der Frage der Erzeugung von Salpetersäure und salpetersauren Salzen aus Luftstickstoff praktisch näher trat, mußte wegen mangelnder Rentabilität ihres Verfahrens schon im Jahre 1904 den Betrieb wieder einstellen.

Der erste wirklich große Erfolg auf diesem Gebiete blieb den Norwegern Prof. Chr. Birkeland und Ingenieur Sam. Eyde vorbehalten. Ihr Verfahren, mit dessen Ausarbeitung sie erst im Jahre 1903 begannen, ist heute bereits in Notodden, unter Ausnutzung eines Teiles der Wasserkräfte des Tinsos, in den Dienst der Technik getreten, und die Erfolge der dortigen Fabrik haben den Beweis erbracht, daß unter günstigen Verhältnissen auf dem beschrittenen Wege Salpetersäure und Nitrate in gewinnbringender Weise hergestellt werden können.

Es muß jedoch Bedenken erregen, daß in Notodden die für den Vorgang der Stickstoffverbrennung notwendige Energie so niedrig in

[1]) Priestley hat fast gleichzeitig mit Cavendish ähnliche Beobachtungen gemacht.

Rechnung gestellt wird — 12 Mark pro Pferdekraft und Jahr —, wie sie sonst wohl nirgendwo zu haben sein wird. Ob eine solche niedrige Einschätzung möglich ist, wenn es sich um Massendarstellung von Nitrat handelt, erscheint mir mehr als zweifelhaft.

Otto N. Witt[1]) gibt außerdem an, „daß alle Wasserkräfte Europas nicht ausreichen würden, um bei den jetzigen Ausbeuten die Gesamtmenge des aus Südamerika zu uns kommenden Salpeters durch synthetische Nitrate zu ersetzen". Obgleich Versuche gezeigt haben, daß der Stickstoff des in Notodden erzeugten Produktes dem Chilisalpeterstickstoff bei der Pflanzenernährung als gleichwertig zu betrachten ist, haben wir es somit hier noch keineswegs mit einer Lösung der Stickstofffrage zu tun, wohl aber mit einem sehr verheißungsvollen Schritt auf dem Wege zu diesem Ziele.

Mit den Erfolgen der Bestrebungen, auf eine ganz andere Art die Bindung des atmosphärischen Stickstoffs zu bewirken, sollen sich die folgenden Ausführungen beschäftigen.

---

[1]) Illustr. Landw. Zeitung 1905 Nr. 101.

Digitized by Google

II. Bemühungen, durch Karbidbildungsgemische und Karbide den freien Stickstoff der Luft in Bindung zu bringen.

Es ist eine weit zurückliegende und wiederholt gemachte Beobachtung, daß bei metallurgischen Prozessen, so z. B. im Eisenhochofen, aus atmosphärischem Stickstoff Cyanmetalle entstehen. Endgültig entschieden wurde nach Donath und Frenzel[1]) die Tatsache der Teilnahme des elementaren Stickstoffs an diesen Vorgängen in den Vierzigerjahren des 19. Jahrhunderts durch die Untersuchungen von Bunsen und Playfair, von Riecken und Delbruch.

Sehr lange Zeit hat es aber gedauert, bis die Nutzbarmachung dieser Reaktion des Stickstoffs in der Technik gelang. Die Geschichte der Bemühungen, die zur synthetischen Herstellung von Cyanalkalien und zum Stickstoffkalk führen, zeigt sehr deutlich, wie viel Arbeit und Mühe es zumeist kostet, um von Laboratoriumsversuchen bis zur technischen Ausführbarkeit eines anscheinend klar erkannten, einfachen Vorganges durchzudringen. Daß es heute gelungen ist, den freien Stickstoff der Luft auf dem zu besprechenden Wege in großen Massen in Bindung zu bringen, verdanken wir der rastlosen Arbeit einer größeren Anzahl von Forschern. Solche brauchbaren, technischen Verfahren fallen gemeiniglich nicht, wie manche glauben, vom Himmel und dem Bevorzugten in den Schoß. Es ist nicht meine Aufgabe, die Geschichte der Entwicklung unseres Prozesses in der Technik, so interessant sie ist, hier ausführlich vorzutragen; ich muß mich darauf beschränken, einige wichtige Phasen der Entwicklung herauszugreifen, und verweise den, der tiefer eindringen möchte, auf die angeführten Schriften von Bertelsmann und von Donath und Frenzel.

[1]) Donath und Frenzel, Die technische Ausnutzung des atmosphärischen Stickstoffs 1907. F. Deuticke, Leipzig und Wien. Vergl. auch W. Bertelsmann, Technologie der Cyanverbindungen. R. Oldenbourg, München.

Digitized by Google

Der Prozeß wurde zuerst so ausgeführt, daß man Stickstoff (z. B. Feuergase) über ein weißglühendes Gemisch von Kohle mit Pottasche oder Kaliumhydroxyd leitete. Es entstand hierbei Cyanalkali, das gemeiniglich in Ferrocyankalium umgewandelt wurde. Der umfangreichste Versuch zur praktischen Ausführung der Cyansynthese in dieser Art wurde nach Bertelsmann von Possoz und Boissière unternommen. Die von ihnen 1843 in Grenelle bei Paris errichtete, im folgenden Jahre jedoch, der hohen Rohmaterialpreise halber, nach Newcastle upon Tyne verlegte Fabrik arbeitete mit 24 Öfen und brachte täglich eine Menge von 1000—1400 kg Ferrocyankalium hervor. Trotz dieser sehr bemerkenswerten Leistung und trotz der großen Reinheit des Fabrikats mußten die Unternehmer wegen einer Reihe von Schwierigkeiten, die sie nicht zu überwinden vermochten, ihre Fabrik im Jahre 1847 wieder eingehen lassen.

Ein wichtiger Schritt vorwärts in der Herstellung von Cyanverbindungen aus elementarem Stickstoff wurde von Margueritte und de Sourdeval getan, indem sie im Jahre 1862 an Stelle von Pottasche Baryt anwendeten. Sie fanden, daß Gemische von Kohle und Barythydrat oder Baryumkarbonat Stickstoff schon bei Rotglut viel leichter und reichlicher absorbierten als alkalihaltige Kohle, und zögerten nicht, von dieser Beobachtung sogleich im praktischen Betriebe Gebrauch zu machen. Bei fast allen weiteren Versuchen und Vorschlägen zur technischen Darstellung von synthetischen Cyanverbindungen, so von Mond, Adler u. a., fanden Barytverbindungen Anwendung. Außer den genannten Basen kommt bei den Versuchen und Verfahren nur noch Kalk in Betracht, der von Fleck in Vorschlag gebracht, aber nur wenig benutzt worden ist.

Von großer Mannigfaltigkeit sind auch die Versuche, die Zuleitung des Stickstoffs zu dem Reaktionsgemisch abzuändern; so hat man ganz oder teilweise vom Sauerstoff befreite Luft und ferner mit Leuchtgas und den verschiedensten anderen Gasen vermischten Stickstoff verwendet, um auch nach dieser Richtung hin die günstigsten Verhältnisse für die Cyanidsynthese festzustellen.

Nach Bertelsmann ist auch mehrfach empfohlen worden, die Niederschmelzung des basischen Gemisches mit Hilfe des elektrischen Stromes zu bewirken. So hat Faure im Jahre 1895 den Vorschlag gemacht, Kalk und Kohle im elektrischen Hochofen bei 1500—2500° C. zu schmelzen und einen Luftstrom darüber zu leiten, um Calciumcyanat

zu gewinnen, das als Stickstoffdünger dienen sollte. Ähnliche Verfahren sind auch von Readman und Mehner vorgeschlagen worden.

Wie aus dem hier Mitgeteilten ausreichend hervorgeht, hat man auf die verschiedenste Weise hocherhitzte Gemische von Kohle mit Alkalien und alkalischen Erden (Karbidbildungsgemische) auch praktisch in großem Maßstabe mit mehr oder weniger Erfolg dazu benutzt, um den atmosphärischen Stickstoff in Bindung zu bringen, vermochte es aber doch nicht, eine dauernd in der Technik sich einbürgernde Darstellungsmethode für synthetische Cyanide zu schaffen.

In den Jahren 1894 und 1895 gelang es Moissan und Wilson, den Nachweis zu führen, daß man mit Hilfe von elektrischer Energie aus Gemischen von Kohle mit Kalk oder Baryt Karbide der Erdalkalimetalle in beliebiger Menge und billig herzustellen im stande ist. Diese Möglichkeit gab die Veranlassung, auf die Arbeiten von Margueritte und de Sourdeval u. a. zurückzugreifen und die Cyanidsynthese aus atmosphärischem Stickstoff und Karbiden, an Stelle der früher benutzten Gemische von Kohle mit alkalischen Erden oder Alkalien, aufs neue zu versuchen.

Berthelot ist der erste gewesen, der schon im Jahre 1869 den Gedanken ausgesprochen hat, bei höheren Temperaturen Karbide der Einwirkung von Stickstoff auszusetzen, um Cyanide zu erzeugen[1]). Berthelot erklärte geradezu die Cyanidsynthese aus Stickstoff und Kohlenstoff in Gegenwart von Alkalien durch intermediäre Bildung von Alkalikarbid.

Die grundlegenden Arbeiten für die Verwertung der Karbide der Erdalkalimetalle zur Bindung des Luftstickstoffs führten jedoch Frank und Caro aus. Die genannten Erfinder verwendeten bei ihren Versuchen zuerst Baryumkarbid, später, veranlaßt durch Pfleger, auch das wesentlich billigere Calciumkarbid. In der Glühhitze nehmen diese Stoffe den ihnen zugeführten Stickstoff auf und verwandeln sich dabei, nicht wie man geglaubt hatte, in Cyanide, sondern unter Abscheidung von Kohlenstoff in die entsprechenden Metallsalze des Cyanamids.

Das Kalksalz des Cyanamids ($C \cdot N_2Ca$) ist das „Kalkstickstoff" oder „Stickstoffkalk" genannte neue Düngemittel.

---

[1]) Vergl. Bertelsmann a. a. O. S. 97.

III. Gewinnung von Stickstoffkalk und Kalkstickstoff.

Der gewaltige Verbrauch von Stickstoffverbindungen durch die Landwirtschaft, dem sich noch der gleichfalls nicht geringe Bedarf der chemischen Industrie anschließt, ist für die Chemiker der starke Ansporn gewesen, nach Mitteln und Wegen zu suchen, den elementaren Stickstoff des ganz unerschöpflichen Reservoirs in der Atmosphäre auf einfache und leichte Weise in Bindung zu bringen. Die Wege, auf denen es bisher gelang, zu dem großen Ziele vorzudringen, sind in den vorstehenden Ausführungen beschrieben worden. Wenn wir uns auf diese Darstellungen beschränken, so geschieht das keineswegs deshalb, weil wir hiermit die Möglichkeiten, den elementaren Stickstoff auszunutzen, für erschöpft halten. Die Bemühungen, dem trägen Element auf andere Weise beizukommen, sind zahlreich, und wir können heute noch nicht wissen, welcher Methode für die Massendarstellung von Stickstoffverbindungen für die Landwirtschaft einmal die Palme zuerkannt werden muß.

Das wissen wir aber mit aller Sicherheit, daß zur Zeit nur ein als Düngemittel brauchbares Produkt, dessen Stickstoffgehalt aus der Luft entnommen wurde, auf dem Markte in großen Mengen zu haben ist, dessen Stickstoff außerdem sich schon heute wesentlich billiger stellt wie der Stickstoff in irgend einer anderen Handelsware — und das ist der sogenannte Stickstoffkalk der Gesellschaft für Stickstoffdünger in Westeregeln. Da die praktische Landwirtschaft mit vollem Recht auf das lebhafteste sich für das neue Düngemittel zu interessieren beginnt, dürften die folgenden Ausführungen manchem nicht unwillkommen sein.

Die Arbeiten von Frank und Caro, an denen auch in ausschlaggebender Weise Rothe, Pfleger und Erlwein teilnahmen, führten, wie schon erwähnt, zur Gewinnung des Calciumcyanamids aus Calciumkarbid durch Überleiten von sauerstofffreiem Stickstoff in der Glühhitze. Das ursprüngliche Ziel dieser Forschungsarbeiten, wie das

Digitized by Google

aller anderen Bestrebungen auf diesem Gebiete, war die synthetische Herstellung von Cyaniden, besonders von Cyanalkalien. So sind denn auch Verfahren herausgearbeitet worden, um das Calciumcyanamid in Cyankalium und Cyannatrium umzuwandeln.

Es sollen uns hier diese Verfahren nicht weiter beschäftigen, denn der Schwerpunkt und die Stärke des Hauptverfahrens ist darin zu suchen, daß das rohe Calciumcyanamid in gemahlenem Zustande direkt als Düngemittel Verwendung finden kann. Als volkstümlichere Bezeichnung für das neue Düngemittel wählte man den allerdings wenig schönen Namen Kalkstickstoff.

Schon im Jahre 1899 hatte sich zur Verwertung der Patente von Frank und Caro die Cyanidgesellschaft m. b. H., zunächst mit dem Sitz in Frankfurt a. M., später in Berlin, gebildet. Nachdem erkannt war, daß das Calciumcyanamid für Düngungszwecke Verwendung finden konnte, gelang es im Jahre 1901 der Cyanidgesellschaft, ein Patent zu erlangen, welches ihr die Anwendung desselben als Düngemittel schützt. Es wäre Torheit, der Cyanidgesellschaft einen Vorwurf deshalb zu machen, daß sie es versuchte, diesen Patentschutz zu erhalten — wohin aber muß es führen, wenn in Zukunft neue Düngemittel, Futtermittel, Farbstoffe, Arzneimittel u. s. w. vom Kaiserlichen Patentamt noch dadurch verteuert und monopolisiert werden, daß ihre Anwendung für den wichtigsten Zweck unter Patentschutz gestellt wird, auch wenn diese Anwendung keinerlei besonderes Verfahren in sich schließt?!

Die Cyanidgesellschaft hat nun seit einigen Jahren ihren Kalkstickstoff in kleineren Mengen zu Versuchszwecken geliefert; sie hat zunächst bei Berlin in einer kleineren Versuchsanlage gearbeitet und ist dann nach Piano d'Orta in Italien übergesiedelt, wo schon im Anfang 1905 der Betrieb im großen mit Benutzung billiger Wasserkräfte beginnen sollte.

Bis heute aber haben weder die Cyanidgesellschaft, noch die mit ihr in Verbindung stehende Societa Italiana di prodotti ozotati in Piano d'Orta es meines Wissens fertig gebracht, den Kalkstickstoff als Marktware zu angemessenem Preis zu liefern. Ob sie überhaupt dazu im stande sein werden, wenn sie genau nach dem patentierten Verfahren arbeiten, kann sehr fraglich erscheinen. Nach Frank und Caro ist für die Azotierung des Calciumkarbids Grundbedingung feinste Verteilung des Materiales und eine Temperatur von 1000—1100°. Es sind das Bedingungen, die in der Technik bei Massendarstellung keineswegs leicht zu erfüllen sind. Die Sache mag sich aber ver-

halten, wie sie will, Tatsache ist, daß die Cyanidgesellschaft noch keinen Kalkstickstoff auf den Markt gebracht hat.

Ausschlaggebend für die technische Brauchbarkeit der Azotierung des Calciumkarbids ist die Beobachtung von Ferd. Polzeniusz gewesen, daß die Bindung des Stickstoffs an das Karbid ungleich schneller und bei niedrigerer Temperatur verläuft, wenn dem Karbid ein gewisser Prozentsatz (10 %) Chlorcalcium zugefügt wird; außerdem ist es auch keineswegs nötig, das Gemisch in dünnen Schichten dem Stickstoffstrome auszusetzen.

Das Verfahren von Polzeniusz, das gestattet, die zur Stickstoffaufnahme erforderliche Temperatur auf 700—800° herabzusetzen, ist in Deutschland der Gesellschaft für Stickstoffdünger in Westeregeln patentiert worden. Der technische Direktor dieser Gesellschaft, Dr. Krauß, hat es verstanden, in verhältnismäßig kurzer Zeit das Verfahren so auszubilden, daß man mit seiner Hilfe im stande ist, bei zweckentsprechenden Anlagen jede beliebige Menge des Produktes, Stickstoffkalk genannt, herzustellen.

Zusammensetzung: Als wirksamen Bestandteil enthält der Westeregelner Stickstoffkalk wie der Kalkstickstoff der Cyanidgesellschaft Calciumcyanamid. Im übrigen wurde zuerst die mittlere Zusammensetzung beider Produkte wie folgt ermittelt:

1. Kalkstickstoff nach Frank:

Stickstoff	20—21 %
Calcium	40—42 „
entsprechend Calciumoxyd . .	56—57 „
Kohlenstoff	17—18 „

2. Stickstoffkalk aus Westeregeln:

Stickstoff	ca. 20 %
Kohlenstoff	„ 19,5 %
Chlor	„ 6,5 %
Calcium	„ 45 %
entsprechend Calciumoxyd . .	„ 60 %

Kalkstickstoff wie Stickstoffkalk sind hiernach ziemlich gleichartige Stoffe, im wesentlichen nur dadurch verschieden, daß der Stickstoffkalk einen gewissen Prozentsatz an Chlorcalcium einschließt, der dem Kalkstickstoff fehlt.

Digitized by Google

Außerdem mag erwähnt werden, daß der Stickstoffgehalt der Marktware „Stickstoffkalk", also des Produktes der Massendarstellung, meist etwas niedriger ausfällt, als oben angegeben wurde. Nach meinen Erfahrungen kann man mit einem Gehalt von 17—19 % Stickstoff rechnen. Es liegt hiernach der Stickstoffgehalt der Handelsware zwischen dem des Chilisalpeters und des schwefelsauren Ammoniaks. Für den Charakter des Stickstoffkalks als Düngemittel kommt auch noch besonders der Kalkgehalt desselben in Betracht; die hauptsächlichsten Verunreinigungen, meist aus tonigen und sandigen Stoffen bestehend, haben für unseren Zweck keine Bedeutung; auf das Vorkommen anderer Stoffe werden wir weiterhin zurückkommen.

Für die Beurteilung der sehr wichtigen Frage, ob die Landwirtschaft wird darauf rechnen können, daß ihr der Stickstoffkalk in Zukunft in ausreichenden Mengen und zu annehmbaren Preisen zur Verfügung gestellt werden kann, mögen folgende Betrachtungen und Feststellungen dienen.

Den Beweis, daß eine beliebig große Massenproduktion von Stickstoffkalk möglich ist, hat die verhältnismäßig kleine Fabrik in Westeregeln bereits geliefert. Die Fabrik vermag nach einer Angabe ihres Leiters — und auf Grund dessen, was ich in Westeregeln selbst gesehen habe, habe ich nicht den geringsten Anlaß, an der Richtigkeit dieser Angabe zu zweifeln — jährlich rund 40 000 dz Stickstoffkalk zu erzeugen. Es bedeutet das eine Festlegung von 720 000 kg Luftstickstoff im Jahre. Nach der Schaffung neuer zweckentsprechender Anlagen kann hiernach jede beliebige Menge Stickstoffkalk hergestellt werden.

Der Preis des Stickstoffkalks ist wesentlich abhängig von den Kosten für die Ausgangsmaterialien, in erster Linie von Calciumkarbid und von den Kosten der Herstellung reinen, das will in unserem Falle sagen sauerstofffreien Stickstoffs. Das Calciumkarbid erfordert für seine Herstellung große Mengen elektrischer Energie, sein Preis ist, da die Preise der Kohle und des Kalkes dagegen nicht in Betracht kommen, abhängig von dem Erzeugungspreise der elektrischen Kraft.

Wenn ich es im Folgenden versuche, die Rentabilität des Verfahrens abzuschätzen, so muß ich vorausschicken, daß mir absolut sichere Unterlagen dazu fehlen. Nach Donath und Frenzel (a. a. O. S. 250) muß man annehmen, daß das Calciumkarbid pro 1000 kg mindestens 120—150 Mark kostet. Da für die Herstellung von 1000 kg 18 %igem Stickstoffkalk 820 kg Karbid notwendig sind, so kosten diese rund 98

bis 123 Mark. Für den gewonnenen 18%igen Stickstoffkalk (1000 kg) werden bei einem Preise des Stickstoffs von 1,12 Mark pro 1 kg gelöst rund 202 Mark.

Bei der Umwandlung der 820 kg Calciumkarbid in 1000 kg Stickstoffkalk hat hiernach eine Wertvermehrung um 79—104 Mark stattgefunden. Wenngleich die Fabrikation (Herstellung von sauerstoffreier Luft 2c.) nicht billig ist, muß man annehmen, daß hierbei ein guter Reingewinn übrig bleibt. Tatsache ist, daß die Gesellschaft für Stickstoffdünger in großen Mengen Stickstoffkalk auf den Markt bringt und daß sie dabei gut ihre Rechnung finden muß, denn die beiden Gesellschaften, die hinter der Gesellschaft für Stickstoffdünger stehen, nämlich die „Konsolidierten Alkaliwerke zu Westeregeln" und die „Metallurgische Gesellschaft zu Frankfurt a. M." haben die Deutsche Karbid-Aktiengesellschaft gegründet mit dem Sitz in Frankfurt a. M., um eine zweite Stickstoffkalkfabrik nebst Calciumkarbidfabrik zu gründen mit einer Leistungsfähigkeit von 80000—100000 dz pro Jahr. Die Fabrik liegt bei Brühl, südwestlich von Köln, am Fuße eines braunkohlenreichen Vorgebirges der Eifel und ist schon soweit im Bau vorgeschritten, daß sie noch Ende dieses Jahres zum Betriebe gelangen wird. Das Aktienkapital dieser zweiten Gründung beträgt 2 Millionen Mark.

Ferner ist zwischen den Konsolidierten Alkaliwerken und der Metallurgischen Gesellschaft einerseits und einer großen französisch-schweizerischen Kapitalistengruppe anderseits eine Aktiengesellschaft L'Azote mit vorläufig 2 Millionen Franken Aktienkapital, Sitz in Genf, gegründet worden, um das Polzeniusz-Patent in Frankreich und der Schweiz auszubeuten. Eine vierte Gesellschaft endlich soll in Österreich-Ungarn bestehen und wegen weiterer Gründungen sollen Unterhandlungen schweben.

Wie hieraus zu ersehen ist, haben die bei der Massenfabrikation gewonnenen Erfahrungen und erzielten Ergebnisse dazu geführt, in größtem Maßstabe und in verschiedenen Ländern an die Herstellung des Stickstoffkalks heranzutreten. Es dürfte daraus auch wohl die Berechtigung zu der Hoffnung abgeleitet werden können, daß in Zukunft der Stickstoffpreis in dem neuen Düngemittel noch wesentlich unter den jetzigen (1,12 Mark für das Kilogramm Stickstoff) heruntergesetzt werden kann und wird.

Wenn sich diese Hoffnung erfüllt, gewinnt die Landwirtschaft tat-

sächlich im Stickstoffkalk eine reichlich fließende und billige Stickstoffquelle.

In allerneuester Zeit ist dem Verfahren von Polzeniusz ein Konkurrent entstanden. Der Bergingenieur Fredrick Carlson[1]) aus Stockholm hat die Beobachtung gemacht, daß ähnlich wie das Chlorcalcium auch das Fluorcalcium, wenn es in gefällter oder gemahlener Form dem gemahlenen Calciumkarbid beigemengt wird, die Aufnahme des Stickstoffs ganz wesentlich erleichtert. Nach Mitteilungen von F. Foerster und H. Jacoby[2]) ist das Fluorcalcium in der Tat im stande (auch bei verhältnismäßig geringer Zumischung, nämlich 1 und 2 %) ähnliches bei 900 ° C. zu leisten wie das Chlorcalcium bei 700—800 ° C.

Carlson hat seine Erfindung zum Patent angemeldet. Es ist nicht zu leugnen, und wir werden weiter unten auf diesen Punkt zurückkommen, daß ein fluorcalciumhaltiges Calciumcyanamid vor dem chlorcalciumhaltigen Kalkstickstoff Vorzüge bei der Verwendung als Düngemittel wird besitzen können. Zunächst aber ist festzuhalten, daß es sich nur um Laboratoriumsversuche handelt, die noch in die große Praxis übertragen werden müssen. Ob das Verfahren Carlsons sich im großen zur Bindung des Luftstickstoffs eignet, wie das von Polzeniusz und ob dabei ein für die landwirtschaftliche Verwendung soviel wertvolleres Produkt entsteht, wie Carlson nach seinen Auslassungen in der Chemikerzeitung annimmt, bleibt zu beweisen und abzuwarten. Die große Mehrzahl der stets schnell und üppig emporwachsenden Erfinderhoffnungen und Wünsche, wird, wie es auch ganz besonders das schon jetzt recht lange Kapitel von der Ausnutzung des Luftstickstoffs lehrt, früher oder später zu Grabe getragen.

Abgesehen von der großen praktischen Bedeutung, haben die eigenartigen Wirkungen der Zusätze ($CaCl_2$, CaF_2 u. a.) bei der Azotierung des Calciumkarbides auch theoretisches Interesse. Wie die interessanten Arbeiten von G. Bredig[3]) und von F. Foerster und H. Jacoby[4]) lehren, ist man auch heute noch nicht zur vollen Klarheit über die Wirksamkeit der Zusätze gelangt.

Bredig hat gezeigt, daß von den vielerlei Erklärungshypothesen, die sich in der Patentliteratur und anderswo vorfinden, drei auszuscheiden

[1]) Chem. Zeitung 1906 S. 1261.
[2]) Zeitschr. f. Elektrochemie 1907 Bd. 13 Nr. 12 S. 101.
[3]) Ebendaselbst 1907 Nr. 9.
[4]) Ebendaselbst 1907 Nr. 12.

haben. Es handelt sich bei der Wirkung, z. B. des Chlorcalciums, weder um eine Oxydbildung, noch um die Herbeiführung einer „Initialzündung“, noch endlich um eine Auflockerung der Calciumkarbidmasse. Welcher von den noch übrig bleibenden Erklärungsversuchen das richtige treffen könnte, läßt Bredig zunächst unentschieden.

Foerster und Jacoby sind der Meinung, die Wirkung des die einfachsten Verhältnisse bietenden Chlorcalciums bestehe darin, daß es die dem Fortschreiten der Stickstoffaufnahme sich entgegenstellenden Widerstände beseitige. Es besteht nach den Versuchsanstellern die Möglichkeit, daß das Chlorcalcium wie auch das Fluorcalcium einen kleinen Teil der Reaktionsmasse verflüssigen und die Deckschichten gewisser Anteile weglösen, und daß die Zusätze auf diese Weise den geregelten Fortgang der Azotierung erleichtern.

Eine eingehendere Beleuchtung dieser Fragen dürfte sich an dieser Stelle erübrigen.

Digitized by Google

IV. Der Stickstoffkalk als Düngemittel.

1. Geschichtliches.

Die in der Neuzeit so ungemein gewachsene Bedarf der Landwirtschaft an Stickstoffdüngern mußte naturgemäß, wie schon erwähnt, die Blicke der Erfinder, die auf dem Gebiete der Bindung des Luftstickstoffs arbeiteten und Erfolge errungen zu haben glaubten, auf dieses große Absatzgebiet lenken. So finden wir denn, daß schon in einer englischen Patentschrift von Binks aus dem Jahre 1845 ausdrücklich die Verwendung von Cyanverbindungen als Düngemittel beansprucht wird, zu deren Herstellung unter anderem die Einwirkung von Luft auf Karbidbildungsgemische vorgeschlagen wurde. Auch in neuerer Zeit, im Jahre 1895, ist von Faure[1]) der Vorschlag gemacht worden (vergl. auch S. 13), die im elektrischen Hochofen nach gewissem Verfahren gewonnenen Cyanate als Düngemittel zu verwenden. Faure bezeichnet direkt, ohne Beweise für diese Ansicht zu erbringen, die Düngewirkung gewisser Cyanverbindungen als unzweifelhaft.

Anderseits liegen auch Untersuchungen aus früherer Zeit vor, aus denen hervorgeht, daß Cyanide zur Pflanzenernährung untauglich oder gar schädlich sind. So zeigten sich in den Versuchen von Wolf und Knop[2]) Ferro- und Ferricyankalium unfähig, die Versuchspflanzen mit Stickstoff zu versorgen. Umfangreiche Versuche über die Einwirkung von Cyanverbindungen auf Pflanzen wurden von Ville[3]) ausgeführt. Dieser Forscher kommt zu dem Ergebnis, daß in geglühtem, sandigem Boden Cyanate sich zwar für die Pflanzen als unschädlich erweisen, aber auch keine Düngewirkung äußern, daß dagegen Cyanide als schädlich zu bezeichnen sind. Ville hat aus diesen Befunden aber nicht die Schlußfolgerung gezogen, daß alle Cyanverbindungen sich als

[1]) Compt. rend. Bd. 121, 1895.

[2]) Landw. Versuchsstationen 1865 S. 463.

[3]) Compt. rend. 1863 Bd. 57 S. 467.

Pflanzengifte oder als nutzlos bei der Pflanzenernährung erweisen müßten, sondern er hat darauf hingewiesen, daß bei anderen Cyanverbindungen der Versuch zu entscheiden habe, ob dieselben schädlich oder nützlich für die Pflanzen seien. Ville gibt, was uns hier ganz besonders interessieren muß, ausdrücklich an, daß zu diesen noch auf ihre Nützlichkeit oder Schädlichkeit zu prüfenden Cyanverbindungen das Cyanamid, also der wirksame Bestandteil des Stickstoffkalks und Kalkstickstoffs gehöre. Mit größter Klarheit hat somit Ville schon im Jahre 1863 das Problem aufgestellt, das uns im folgenden beschäftigen soll und das, trotz der eifrigen Bemühungen zahlreicher Forscher, als vollkommen gelöst heute noch nicht betrachtet werden kann.

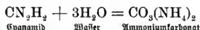
Die Frage, ob das Cyanamid und die Cyanamidsalze zur Pflanzenernährung herangezogen werden könnten, blieb, nachdem Ville sie aufgeworfen hatte, jahrzehntelang unbeachtet. Da die Stoffe nur schwierig herzustellen waren, lag auch keinerlei praktisches Interesse vor, der Frage näher zu treten.

Durch die Arbeiten von Drechsel[1]) und G. Meyer[2]) gehörten aber diese Verbindungen in chemischer Beziehung zu den bekannten. Man wußte, daß das Cyanamid dem Harnstoff sehr nahe steht, daß es durch Behandlung mit Wasser bei höherer Temperatur unter Druck in Harnstoff und weiter in Ammoniumkarbonat übergeht. Diese Umsetzungen erfolgen entsprechend den Gleichungen:



$$\underset{\text{Cyanamid}}{CN_2H_2} + \underset{\text{Wasser}}{H_2O} = \underset{\text{Harnstoff}}{CON_2H_4}$$

und



$$\underset{\text{Cyanamid}}{CN_2H_2} + \underset{\text{Wasser}}{3H_2O} = \underset{\text{Ammoniumkarbonat}}{CO_3(NH_4)_2}$$

In ähnlicher Weise werden auch die Metallsalze des Cyanamids, also auch das Calciumcyanamid, durch Wasser umgewandelt.

Nachdem nun durch das Verfahren von Frank und Caro die Möglichkeit einer Massendarstellung von Calciumcyanamid in Aussicht stand, mußte es auf Grund der chemischen Eigenart des Stoffes das Nächstliegende sein, zu prüfen, ob derselbe als Stickstoffdüngemittel Verwendung finden könnte.

Daß der Gedankengang, der zu der Entdeckung führte, daß das Calciumcyanamid unter Umständen zur Stickstoffernährung der Kultur-

[1]) Journal für praktische Chemie (2) 11, 201, 209, 284, 307.

[2]) Journal für praktische Chemie (2) 18, 419.

Digitized by Google

pflanzen dienen kann, genau den vorstehenden Ausführungen entsprach, zeigt ein Bericht der Cyanidgesellschaft[1]) aus dem Jahre 1903. Die in Betracht kommende Stelle desselben lautet: „Im Verlaufe der Azotierungsarbeiten, das heißt der Behandlung von Calciumkarbid mit Stickstoff in der Versuchsanlage Frankfurt a. M. ergab sich, daß das azotierte Calciumkarbidmaterial außer mäßigen Resten von Kalk und freier Kohle und höchstens Spuren von Cyan fast ausschließlich Calciumcyanamid enthielt, welches vollständig ungiftig ist und wie durch frühere Versuche bekannt, leicht geneigt ist, bei Einwirkung von gespanntem Wasserdampf unter Druck Ammoniak abzuspalten. Es lag daher nahe, diesen stickstoffreichen Körper darauf zu prüfen, ob sein Stickstoff auch im Ackerboden in assimilierbarer Form frei, und ähnlich wie der Salpeter- und Ammoniakstickstoff von den Pflanzen aufgenommen wird."

Diese, wie wir aus dem Vorstehenden wissen, schon früher aufgeworfene Frage, ist dann, wie bekannt, in den Jahren 1901 und 1902 von P. Wagner und ebenso von Gerlach, die von Frank das Material (Kalkstickstoff) geliefert erhielten, experimentell bearbeitet und im bejahenden Sinne beantwortet worden. Daraufhin ist dann der Cyanidgesellschaft das schon weiter vorn (S. 16) erwähnte Verwendungspatent erteilt worden.

2. Das Verhalten des Stickstoffkalks im Ackerboden.

Die bei zahlreichen Versuchen mit Kalkstickstoff und Stickstoffkalk gemachten Erfahrungen führen übereinstimmend zu dem Urteil, daß der in diesen Düngemitteln wirksame Stoff, das Calciumcyanamid, im Boden eine Umformung erfahren muß, bevor dasselbe als unschädlich und als Nährstoff für die Pflanzen betrachtet werden kann. Da von dem Verlauf dieser Umsetzungen im Boden ganz offenbar außerordentlich viel für die Brauchbarkeit des Calciumcyanamids als Düngemittel abhängt, soll im folgenden geschildert werden, was wir darüber wissen.

Nach den Untersuchungen von H. Kappen[2]), die im agrikulturchemischen Laboratorium der Universität Jena angestellt wurden, bildet der nach dem Verfahren der Cyanidgesellschaft hergestellte Kalkstickstoff, wie er dem Azotierungsofen entnommen wird, ein ziemlich hartes, steinartiges Material von schwarzgrauer Farbe. Dünnschliffe, die auf

[1]) Zeitschrift für angew. Chemie 1903 S. 521.

[2]) Vergl. auch Fühlings landw. Ztg. 1905 S. 790.

trockenen Schmirgelscheiben angefertigt wurden, zeigten, daß der Kalkstickstoff im wesentlichen aus zwei Bestandteilen zusammengesetzt ist. Der schwarze Bestandteil, der auch in den dünnsten Schliffen undurchsichtig bleibt, ist graphitischer Kohlenstoff. Ganz unregelmäßig und ohne erkennbare Form ist er im Schliffe verteilt. Zuweilen scheint er dem sonst auch recht unregelmäßig begrenzten, durchsichtige Kristalle bildenden, zweiten Bestandteile, dem Calciumcyanamid, eine etwas regelmäßigere Form zu verleihen, indem er in eigentümlicher Weise rechteckige Schnitte des letzten umrahmt. Auffallend war es, daß es in dem zur Verfügung stehenden Materiale nicht gelang, freies Calciumoxyd, das oft in größeren Mengen vorhanden ist, mikroskopisch nachzuweisen.

Trotz verschiedener Bemühungen konnten vom Stickstoffkalk der Gesellschaft für Stickstoffdünger in Westeregeln keine für die mikroskopische Untersuchung geeigneten Dünnschliffe hergestellt werden. Wie die chemischen Untersuchungen lehren, ist der Stickstoffkalk aber, abgesehen von seinem Chlorcalciumgehalt, dem Kalkstickstoff sehr ähnlich zusammengesetzt.

Bei den ersten Umsetzungen des Calciumcyanamids im Boden, gleichgültig ob es aus dem Stickstoffkalk oder Kalkstickstoff stammt, spielen Wasser, Kohlensäure und möglicherweise auch freie Humussäuren die Hauptrolle. Diese verschiedenen Agentien vermögen dort bei ziemlich verschiedenen Temperaturen ihren Einfluß zu äußern. Welche Zersetzungsprodukte hierbei entstehen, läßt sich an der Hand der früher erwähnten Arbeiten von Drechsel und Meyer und der Untersuchungen von H. Kappen über Calciumcyanamid, die später im Zusammenhange veröffentlicht werden sollen, entscheiden.

Unter dem Einflusse von Wasser und kohlensäurehaltigem Wasser bei verschiedenen Temperaturen vermögen sich die folgenden Spaltungsprodukte zu bilden.

1. $(CNNH)_2Ca$ (einbasisches Kalksalz des Cyanamids).
2. $CNN(CaOH)_2 + 5\,H_2O$ (zweibasisches Kalksalz des Cyanamids).
3. $CNNH_2$ (Cyanamid).
4. $C_2N_4H_4$ (Dicyandiamid).
5. $C_2N_2O_2Ca + 5\,H_2O$ (cyanamidokohlensaurer Kalk).

Auf Grund der Bedingungen für die Entstehung dieser Zersetzungsprodukte des Stickstoffkalks (Calciumcyanamids), auf die hier nicht besonders eingegangen werden soll, ist zu schließen, daß sie, vielleicht mit Ausnahme des unter 2. aufgeführten zweibasischen Kalksalzes, sämtlich im Boden sich bilden können. Das einbasische Kalksalz $(CNNH)_2Ca$

Digitized by Google

kann fraglos infolge von Bodenfeuchtigkeit, Tau und Regen entstehen. Die für seine Zersetzung in Cyanamid oder auch Dicyandiamid notwendige Wärme (ca. 40° C.) wird ebenfalls, wenn auch nur an der Oberfläche des Ackerbodens, durch Sonnenbestrahlung erreicht. Auch für die Zersetzung der Kalkstickstofflösung durch Kohlensäure wird wohl stets in der Natur durch den Kohlensäurereichtum der Bodenluft ausreichend Gelegenheit geboten sein.

Da nun Stickstoffkalk wie Kalkstickstoff immer noch etwas Calciumkarbid enthalten, auch daneben, weil die Ausgangsmaterialien naturgemäß nicht absolut rein sind, etwas Phosphorcalcium und vielleicht auch Schwefelcalcium einschließen, so ist beim Zusammenkommen der Düngemittel mit den Bodenagentien auch noch die Gelegenheit für die Entstehung von geringen Mengen von Acetylen, Phosphorwasserstoff und Schwefelwasserstoff gegeben [1]).

Diesen letzten als Verunreinigungen anzusprechenden Stoffen und ihren im Boden entstehenden Umsetzungsprodukten kommt ohne Frage nur eine untergeordnete Bedeutung für die Beurteilung des Stickstoffkalks als Düngemittel zu, während die Zersetzungsprodukte des Calciumcyanamids besonderes Interesse beanspruchen müssen. In welchen Richtungen aber die Umwandlungen des Calciumcyanamids unter den verschiedenen Verhältnissen der Bodenbeschaffenheit, der Bodenfeuchtigkeit, der Temperatur u. s. w. verlaufen, ist bisher nur wenig verfolgt worden, obgleich hier der Schlüssel für manche in die Augen springenden Differenzen in der Wirkung des Stickstoffkalks zu finden sein dürfte.

Wie unter anderem auch aus unseren, weiter unten zu schildernden Versuchen hervorgeht, wird weder das Calciumcyanamid selbst, noch irgend eines der unmittelbaren Zersetzungsprodukte desselben ohne starke Schädigung von den Pflanzen aufgenommen. Um dem Stickstoffkalk den Charakter eines Düngemittels zu verleihen, muß er oder seine Spaltungsprodukte im Boden zunächst tiefer gehende Umsetzungen erleiden; schon Frank hat auf Grund der Drechselschen Untersuchungen vermutet, daß das Calciumcyanamid in Harnstoff und dann naturgemäß weiter in kohlensaures Ammoniak umgewandelt werden könnten. Durch die Untersuchungen von P. Wagner [2]) aus den Jahren 1901 und 1902 ist das folgende festgestellt worden: „Die Stickstoffverbindung des Kalkstickstoffs

---

[1]) Vergl. auch v. Seelhorst und Müther, Journ. f. Landw. 1905 S. 354.
[2]) Vergl. Patentschrift Nr. 152 260 der Cyanid-Gesellschaft.

(Calciumcyanamid) ist in kaltem Wasser löslich, Ammoniak ist in der kalten Lösung nicht oder zunächst nur in geringem Maße nachweisbar; auch beim Kochen der wässerigen Lösung entweicht kein Ammoniak; dagegen geht der Kalkstickstoff schnell und vollständig in Ammoniak über, wenn man ihn mit Reduktionsmitteln (Devardalegierung) behandelt. Ebenso sind zum Teil sehr bedeutende Stickstoffverluste unter Entwicklung von Ammoniak nachgewiesen, wenn man das Kalkstickstoffpräparat angefeuchtet oder mit wenig feuchtem Sande vermengt, auf flachen Schalen ausgebreitet, längere Zeit der Luft aussetzt. Dagegen trat ein Verlust an Stickstoff nicht ein, wenn dem feuchten Gemisch Superphosphat zugefügt wurde. Die Umwandlung des aus dem Kalkstickstoff gebildeten Ammoniaks in Salpetersäure (Nitrifikation) erfolgte in durchaus genügender Weise bis zu 96 % des Gesamtstickstoffs, wenn man das Präparat mit ausreichenden Mengen Ackererde vermengte oder verdünnte. Bei übermäßiger Zumischung von Kalkstickstoff zum Boden wurde die Nitrifikation gehemmt und auch infolge Entweichens des Stickstoffs in Form von Ammoniak die Ausnutzung desselben für die Vegetation verringert; doch trat diese ungünstige Wirkung erst ein, wenn die Zugabe von Stickstoffkalk derart erhöht wurde, daß dieselbe pro Hektar 320 kg Stickstoff entsprechend 20 dz Chilisalpeter überstieg; eine so exzessive Düngung kommt aber in der Landwirtschaft nicht vor."

Hiermit waren schon Anhaltspunkte dafür gewonnen, in welcher Weise das Calciumcyanamid zum Pflanzennährstoff wird. Sein Stickstoff durchlief zweifellos denselben Weg (über Ammoniak zur Salpetersäure), wie wir ihn auch bei den Veränderungen der zur Düngung viel gebrauchten organischen Stickstoffverbindungen im Boden kennen. Ob aber bei der Ammoniakbildung aus Calciumcyanamid ebenso wie etwa bei der Ammoniakentstehung aus Blutmehl Bakterien wirksam sind, oder ob rein chemische Prozesse diese Umwandlung bedingen, war damit noch nicht entschieden.

Es ist zuerst Löhnis [1]) gelungen festzustellen, daß in einer geeignet zusammengesetzten Nährlösung (die einen Asparagin-Traubenzuckerzusatz von 1 % erhalten hatte) durch Zusatz von 10 % Erde aus Kalkstickstoff erhebliche Ammoniakmengen gebildet wurden, die abhängig waren von der Temperatur und dem Wassergehalt des zugesetzten Bodens. Der

---

[1]) Deutsche Landw. Presse 1905 Nr. 7 S. 51; Zentralbl. Bakt. Paras. II Bd. 14 1905 S. 87 und 389.

ursprünglich in Form von Calciumcyanamid zugefügte Stickstoff wurde durch eine im Mai entnommene Bodenprobe vollständig in Ammoniak umgewandelt, dagegen führten die im Winter entnommenen Bodenproben im gleichen Zeitraume weit weniger energisch die Cyanamidverbindung in Ammoniak über.

Hierdurch war die Teilnahme von Bakterien an der Zersetzung des Kalkstickstoffs im Boden sichergestellt; es ist Löhnis dann auch gelungen, von den an der Zersetzung beteiligten Organismen fünf Arten zu isolieren, von denen zwei als neu erkannt wurden. Versuche mit Reinkulturen dieser Bakterienarten bestätigten, daß sie tatsächlich im stande sind, den Stickstoff des Calciumcyanamids in Ammoniak umzusetzen.

Auch Harnstofflösung konnte in geeigneter Verdünnung (nicht konzentriertere Lösungen mit etwa 2% Harnstoff) von den Kalkstickstoffzersetzern in Ammoniak umgewandelt werden. Löhnis ist auf Grund dieser Befunde geneigt anzunehmen, daß die Hydratation der Cyanamidverbindung über Harnstoff zum Ammoniak (oder vielmehr kohlensauren Ammoniak) geht, was auch auf Grund des von Drechsel festgestellten Verhaltens des Cyanamids gegen Wasser bei höherer Temperatur unter Druck zu erwarten ist.

Die Untersuchungen von Löhnis wurden sehr bald bestätigt durch Beobachtungen von S. F. Ashby[1]). Nach den Versuchen des letztgenannten Autors, bei denen kalkstickstoffhaltige, mit Boden geimpfte Nährlösungen, die entweder vollständig, zum Teil oder gar nicht sterilisiert wurden, ergab sich, daß die sterilen Lösungen nach einiger Zeit nur ganz geringe Ammoniakmengen aufwiesen, während die nicht sterilisierten bis 80% des vorhandenen Stickstoffs in Form von Ammoniak enthielten.

Das Schicksal des Calciumcyanamids im Boden hat auch J. Behrens[2]) zu verfolgen gesucht. Bei seinen Versuchen zeigte sich, daß Cyanamid selbst außerordentlich giftig ist und bereits in 0,1%iger Lösung jede Entwicklung von Mikroorganismen in Zuckerlösung (ohne sonstige Stickstoffbeigabe) verhindert. Ammoniak wird in solchen Lösungen nicht gebildet. Ebensowenig trat Ammoniak auf in Lösungen oder Aufschwemmungen von Kalkstickstoff in Zuckerwasser mit den nötigen Mineralstoffen, wenn durch Chloroform- oder Karbolsäurezusatz die Entwicklung

[1]) Journ. of agric. Science 1905 Bd. 1 S. 358; nach Jahresber. Agrikulturchem. 1905 VIII S. 121.

[2]) Jahresber. der Großh. Bad. Landw. Versuchsanstalt Augustenberg für 1904; nach Deutsche Landw. Presse 1905 Nr. 92 S. 770.

Digitized by Google

von Mikroorganismen verhindert wurde. Dagegen konnte Ammoniak nachgewiesen werden bei ebensolchen Lösungen oder Aufschwemmungen, wenn Antiseptika nicht zugefügt waren und die in Form von Ackererde eingeführten Organismenkeime sich ruhig entwickelten. Dabei war es gleich, ob die Alkalität der Kalkstickstofflösung durch Einleiten von Kohlensäure und Abkochen abgestumpft war oder nicht. Die Versuche machen es wahrscheinlich, was durch die von Löhnis und Ashby erwiesen ist, daß bei den Umsetzungen des Kalkstickstoffs im Boden ammoniakbildende Organismen eine Rolle spielen.

Ziemlich eingehend mit der Einwirkung des Kalkstickstoffs auf das Bakterienleben des Bodens hat sich Th. Remy[1]) beschäftigt. Remys Untersuchungsergebnisse „zeigen deutlich, daß der Kalkstickstoff gelegentlich sehr starke Wirkungen auf das Bakterienleben des Bodens ausüben kann", die ersichtlich von der Bodenbeschaffenheit abhängig sind. „Tonreiche Böden lassen selbst bei großen Gaben von Kalkstickstoff keine Wirkung auf das Bakterienleben erkennen, während bei Sandböden außerordentlich charakteristische bakterielle Folgeerscheinungen hervortreten. Schon bei Aussaat des Bodens auf Gelatineplatten zeigen sich die Wirkungen in einem verlangsamten Wachstum der Bakterien und auch in einer wesentlichen Verschiebung des Mengenverhältnisses der wachsenden Arten. Daß es sich nicht schlechtweg um eine Hemmung des Bakterienwachstums durch Kalkstickstoff handelt, zeigt die Feststellung, daß mit Kalkstickstoff behandelte Böden in Bezug auf peptonzersetzende Kraft sicher nicht hinter unbehandelten Böden zurückbleiben. Außerordentlich typisch für sandreiche Böden ist die ungünstige Rückwirkung des Kalkstickstoffs auf Azotobakter. Dieser Umstand ist angesichts der großen Bedeutung, welche man (nach Remys Ansicht) den Azotobakterorganismen für die Stickstoffsammlungsvorgänge im Boden wohl beimessen darf, für die Beurteilung des Kalkstickstoffs von nicht zu unterschätzender Bedeutung."

Auf ein verschiedenartiges Verhalten des Calciumcyanamids (Kalkstickstoffs) auf verschiedenen Bodenarten hat zuerst Tacke[2]) hingewiesen, indem er feststellte, daß auf saurem Hochmoorboden der Kalkstickstoff einen direkt schädigenden Einfluß auf die Kulturpflanzen ausüben kann. Spätere Versuche von H. v. Feilitzen bestätigten Tackes Beobachtungen.

---

[1]) Landw. Jahrb. 1906 Bd. 35 4. Ergänzungsband S. 114; Referat in Deutsche Landw. Presse 1907 Nr. 6 S. 40.

[2]) Mitt. d. Ver. z. Förder. d. Moorkult. 1903 Nr. 23.

Digitized by Google

Weitere Untersuchungen von v. Seelhorst und Müther[1]), Haselhoff[2]), H. Immendorff und Thielebein[3]) und die oben zum Teil in ihren Resultaten wiedergegebenen von Th. Remy[4]) zeigten, daß auch bei verschiedenartigen Mineralböden die Wirkung des Kalkstickstoffs recht verschieden sein kann.

Es konnte keinem Zweifel unterliegen, daß Differenzen in der Wirkung des Kalkstickstoffs auf verschiedenen Bodenarten dadurch zu stande kommen, daß die Umwandlung des Kalkstickstoffs und der durch Feuchtigkeit und Kohlensäure aus ihm gebildeten Spaltungsprodukte in ganz verschiedener Weise verlaufen. Einen Fingerzeig hierfür geben die Beobachtungen Remys, deutlicher zeigen die folgenden Untersuchungen H. Kappens[5]), daß das Verhalten des Kalkstickstoffs im Lehmboden ganz anders sein kann wie im Sandboden und hier wieder anders wie im ganz sterilen Quarzsand. Kappen beschickte für seine Untersuchungen eine größere Reihe Erlenmeyerscher Kölbchen von 200 ccm Inhalt abwechselnd mit je 100 g Lehmboden, je 100 g Sandboden und je 100 g Glassand, nachdem vorher mit jeder abgewogenen Erdprobe die zu untersuchende Substanz in einer solchen Menge vermischt war, daß jedes Kölbchen 66 mg Stickstoff in Form der betreffenden Verbindung enthielt. Es gelangten auf diese Weise außer dem Kalkstickstoff selbst, die bereits beim Erhitzen einer Kalkstickstofflösung auf 35—40° C. entstehenden Verbindungen von Cyanamid und Dicyandiamid, ferner der beim Behandeln einer Kalkstickstofflösung mit Kohlensäure neben Cyanamid sich bildende cyanamidokohlensaure Kalk zur Untersuchung. Hinzugefügt wurden dann noch zwei Reihen von Kölbchen mit Kalkstickstoff, bei denen einerseits durch vierstündiges Einstellen der fertig beschickten Kölbchen in ein Wasserbad von 40° C. der Einfluß der Erwärmung, anderseits durch längeres Einleiten von Kohlensäure in die Kölbchen der Einfluß der Kohlensäurebehandlung auf die Umwandlung des Kalkstickstoffs festgestellt werden sollte. Sämtliche Erdproben in den Kölbchen enthielten 25 % Wasser, verschlossen waren sie mit Ausnahme derjenigen, in die Kohlensäure eingeleitet war und die Korkstopfen erhalten hatten, mit Wattestopfen. Nach 23 Tagen wurde der Inhalt der Gefäße mit Magnesia

[1]) Journ. f. Landw. 1905 Bd. 53 S. 329.
[2]) Landw. Jahrb. 1905 XXXIV S. 597.
[3]) Fühlings landw. Ztg. 1905 H. 23 S. 787.
[4]) Landw. Jahrb. 1906 XXXV Ergänzungsband 4 S. 114.
[5]) Fühlings landw. Ztg.

destilliert und der Ammoniakstickstoff in üblicher Weise bestimmt. Die Ergebnisse der Versuche zeigen die folgenden Zusammenstellungen:

I. Lehmboden.

		Kalkstickstoff	Dicyandiamid	Cyanamid	Cyanamidokohls. Kalk	Kalkstickstoff 40° C.	Kalkstickstoff $+ CO_2$
Ammoniak (mg) nach 23 Tagen	Probe 1 . . .	65,60	1,93	59,06	30,65	61,92	73,97
	Probe 2 . . .	65,71	1,05	59,60	30,65	62,32	73,62
	Probe 3 . . .	66,41	1,75	57,84	30,30	62,45	72,92
	Mittel	65,90	1,57	58,83	30,53	62,23	73,50
Prozente des Gesamtstickstoffumsatzes		99,84	2,37	89,13	46,26	94,28	100,00

II. Sandboden.

		Kalkstickstoff	Dicyandiamid	Cyanamid	Cyanamidokohls. Kalk	Kalkstickstoff 40° C.	Kalkstickstoff $+ CO_2$
Ammoniak (mg) nach 23 Tagen	Probe 1 . . .	17,83	1,87	37,51	21,38	12,62	26,95
	Probe 2 . . .	17,13	1,87	37,51	21,03	11,95	24,79
	Probe 3 . . .	16,44	2,05	37,51	20,68	12,62	25,42
	Mittel	17,13	1,93	37,51	21,03	12,38	25,72
Prozente des Gesamtstickstoffumsatzes		25,95	2,92	56,83	31,86	18,75	38,96

III. Glassand.

		Kalkstickstoff	Dicyandiamid	Cyanamid	Cyanamidokohls. Kalk	Kalkstickstoff 40° C.	Kalkstickstoff $+ CO_2$
Ammoniak (mg) nach 23 Tagen	Probe 1 . . .	1,05	0,87	1,05	1,05	1,40	2,80
	Probe 2 . . .	1,05	0,87	1,05	0,87	1,75	2,45
	Probe 3 . . .	1,40	0,87	1,05	0,87	2,45	3,20
	Mittel	1,16	0,87	1,05	0,93	1,86	2,81
Prozente des Gesamtstickstoffumsatzes		1,75	1,30	1,59	1,4	2,81	4,24

Aus den Schlußzahlen der drei Tabellen geht ohne weiteres der Zusammenhang zwischen dem Grade der Bakterientätigkeit in den Böden und der Intensität der Kalkstickstoffzersetzung hervor.

Was die Zersetzungsfähigkeit der einzelnen Verbindungen unter den bei den Versuchen obwaltenden Bedingungen anbetrifft, so zeigt sich bei

Gewichtsvermehrung des Stickstoffkalks stattgefunden hat, durch die allein schon die Abnahme des Prozentgehaltes an Stickstoff ihre Erklärung finden kann.

Nach unseren Erfahrungen findet bei solchem Liegen an der Luft tatsächlich eine Abspaltung von Ammoniak des Stickstoffkalks statt; dieselbe bleibt aber unter normalen Verhältnissen (wenn nicht geradezu eine Anfeuchtung des Düngemittels stattfindet) in sehr engen Grenzen. Prozentisch kann der Gehalt an Stickstoff wie Carlson und v. Feilitzen ganz richtig bemerken, nicht unbedeutend zurückgehen; trotzdem erfährt wegen der Gewichtsvermehrung des Stickstoffkalks die absolute Menge an Stickstoff nur eine recht geringe Einbuße.

Im allgemeinen wird der Landwirt aber nicht geneigt sein, gerade Stickstoffdüngemittel für längere Lagerung einzukaufen; sollte es aus irgend welchen Gründen vorkommen, daß dennoch Stickstoffkalk für späteren Gebrauch zurückgestellt werden muß, so ist darauf zu sehen, daß der trockenste Raum für diesen Zweck ausgesucht wird, der zur Verfügung steht. Es ist bekanntlich gut auch beim Chilisalpeter in ähnlicher Weise zu verfahren.

Auf die Art und Weise, wie das neue Düngemittel in der Praxis am richtigsten Verwendung findet, soll im letzten Abschnitt dieser Broschüre eingegangen werden. Hier mag noch das, für den Landwirt nicht unwichtige Verhalten des Stickstoffkalks gegenüber anderen Handelsdüngemitteln Erwähnung finden, deren gleichzeitige Anwendung in Betracht kommen kann.

Der Stickstoffkalk ist ein Düngemittel, das neben Calciumcyanamid freien Kalk enthält. Aus diesem Grunde darf der Stickstoffkalk auf keinen Fall mit Superphosphat vermischt werden. Es wird dabei nämlich die wasserlösliche Phosphorsäure wieder unlöslich gemacht und es liegt ferner die Gefahr vor, daß das Calciumcyanamid in das giftige Dicyandiamid umgewandelt wird: Will man unbedingt Superphosphat auf dem Acker, der Stickstoffkalk erhalten soll, verwenden, so muß dasselbe vor der Stickstoffkalkdüngung ausgestreut und gründlich durch Krümmern oder Eggen mit der Ackerkrume vermischt werden.

Der Stickstoffkalk eignet sich, im Gegensatz hierzu, sehr gut für die Vermischung mit Thomasmehl und auch mit Kainit und beliebigen anderen Kalisalzen. Die Fabrik in Westeregeln liefert auf Wunsch solche Mischungen mit Kalisalzen, die den Vorzug haben, weniger zu stauben.

Es mag an dieser Stelle noch besonders darauf hingewiesen werden,

Digitized by Google

wird. Der Verlauf dieser Zersetzung scheint derselbe zu sein, wie er zuerst von Drechsel bei der Zerlegung des Cyanamids durch Wasser bei höherer Temperatur unter Druck beobachtet wurde. Es bildet sich wahrscheinlich zuerst Harnstoff, dann aus diesem kohlensaures Ammoniak.

4. Das Bakterienleben des Bodens wird unter Umständen durch Calciumcyanamid beeinflußt; wenig oder gar nicht in tonigen Böden, stark in Sandböden. Die Nitrifikation erleidet bei nicht übermäßiger Zuführung von Kalkstickstoff keine Hemmung.

Remy legt besonderen Wert auf die bei seinen Versuchen auf Sandboden scharf in Erscheinung getretene ungünstige Wirkung des Kalkstickstoffs „auf die in unseren Böden sehr verbreiteten und als Stickstoffsammler bekannten Azotobakter-Bakterien".

3. Der Stickstoffkalk und die Pflanzen.

Schädigende Wirkungen des Kalkstickstoffs hatten die ersten Versuchsansteller auf unserem Gebiete Gerlach[1]) und P. Wagner[2]) nur beobachtet nach seiner Verwendung als Kopfdünger. Es wird von ihnen aber darauf hingewiesen, daß unter Verhältnissen, die eine Ammoniakanhäufung im Boden gestatten, oder bei sauren Böden Nebenwirkungen eintreten können, die zu Schädigungen der Pflanzen führen müssen. Direkt giftige Wirkungen des Kalkstickstoffs wurden zuerst von Tacke[3]) bei Senf auf Hochmoorboden beobachtet.

In der Folgezeit sind solche für den Kalkstickstoff ungünstige Beobachtungen häufiger gemacht worden. Man hat auch natürlich auf das eifrigste den Gründen für diese Erscheinungen nachgeforscht, und wenn man sie bis heute auch noch nicht vollständig durchschaut hat, so haben die zu diesem Zweck angestellten Untersuchungen doch ausreichend Fingerzeige dafür gegeben, wie man in der Praxis die Schädigungen vollständig vermeiden kann.

Zunächst muß hervorgehoben werden, was verschiedentlich ausgesprochen, aber nicht bewiesen worden ist, daß das Calciumcyanamid, wie die aus ihm durch die Einwirkung von Wasser und kohlensäurehaltigem Wasser sich bildenden Spaltungsprodukte, also die basischen Kalk-

---

[1]) Landw. Presse 1903 S. 367.

[2]) Landw. Presse 1903 S. 493.

[3]) Mitt. d. Ver. z. Förder. d. Moorkult. 1903 S. 347.

V. Bei der Düngung mit Stickstoffkalk gemachte Beobachtungen und erzielte Ergebnisse.

Zusammengestellt von **Dr. E. Kempski.**

Welche landwirtschaftliche Bedeutung dem neuen Stickstoffdünger zugesprochen werden durfte, war ausschließlich auf dem Wege exakter Vegetationsbeobachtungen zu entscheiden, und es wurden daher alsbald zahlreiche Düngungsversuche ausgeführt, sowohl in Vegetationsgefäßen, wie im freien Felde.

Über die wichtigsten Untersuchungen nach dieser Richtung soll im nachstehenden kurz berichtet werden.

Die Versuche wurden teils mit dem Westeregelner „Stickstoffkalk", teils mit dem „Kalkstickstoff" der Cyanidgesellschaft durchgeführt. Da beide in ihrer chemischen Natur und ihrer Wirkungsweise so gut wie völlig gleich sind[1]), soll bei der Wiedergabe der Versuche möglichst einheitlich die Bezeichnung „Stickstoffkalk" gebraucht werden, als Name desjenigen Produkts, in dem das Calciumcyanamid bis jetzt im Handel erschienen ist und bereits eine ausgedehnte Verwendung gefunden hat. Nur dort, wo über Kontrollversuche mit beiden Präparaten zu berichten ist, sollen beide Bezeichnungen streng auseinandergehalten werden.

Die ersten, welche Versuche mit Stickstoffkalk anstellten, waren P. Wagner in Darmstadt und Gerlach in Bromberg. Beide berichteten auf der Winterversammlung der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft im Jahre 1904, sowie an anderer Stelle über die Resultate

[1]) Vergl. Schneidewind, „Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft" 1907 Stück 5 (vom 2. Februar) S. 38; Immendorff, ebenda 1907 Stück 9 (vom 2. März) S. 94; Derselbe, Fühlings Landw. Zeitung 1905 S. 789; Böttcher, Deutsche Landw. Presse 1906 S. 289, 290. Vergl. ferner die im Text wiedergegebenen Versuche von Prof. Heinrich-Rostock, Dr. Rösicke-Görsdorf und B. Hoffmann-Silberfeld.

Digitized by Google

ihrer Untersuchungen [1]), die in allen wesentlichen Punkten übereinstimmten. Die Versuche wurden zunächst in Vegetationsgefäßen ausgeführt. Der Stickstoffkalk wurde gründlich mit dem Boden vermengt. Als Versuchspflanzen wählte man Gerste, weißen Senf und Möhren, also Pflanzen, die sich in der Ausnutzung des Stickstoffs verschieden verhalten. Die seit Jahren durchgeführten Versuche haben gezeigt, daß, wenn sich die Pflanzen unter günstigen Verhältnissen entwickeln können, der Stickstoff im Stickstoffkalk genau so gut ausgenutzt wird wie der Salpeterstickstoff und der Ammoniakstickstoff. Setzt man die vom Ammoniakstickstoff hervorgebrachte Trockensubstanz (trockene Erntemasse) gleich 100, so erzeugte die gleiche Menge Stickstoff in Form von Stickstoffkalk 103 Teile Trockensubstanz. Setzt man die bei Anwendung von Salpeterstickstoff gewonnene Trockensubstanz ebenfalls gleich 100, so lieferte die gleiche Menge Stickstoffkalk 112 Teile Trockensubstanz. Zur Erzeugung derselben Menge Trockensubstanz wurden aufgenommen:

Ammoniakstickstoff	Stickstoffkalkstickstoff
100 Teile	95 Teile
Salpeterstickstoff	Stickstoffkalkstickstoff
100 Teile	77 Teile

Die Versuche in den ummauerten Parzellen der Vegetationsstation ergaben ein Wirkungsverhältnis:

Salpeterstickstoff	Stickstoffkalkstickstoff
= 100	= 118

und zwar im Mittel von je vier Versuchen [2]). Gerlach konnte daher in der Versammlung der Düngerabteilung der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft am 18. Februar 1904 seine eigenen und die Wagnerschen Erfahrungen in den Worten zusammenfassen: „Wir haben bei den Versuchen in Vegetationsgefäßen vom Kalkstickstoff den gleichen Wirkungswert erzielt wie vom Salpeterstickstoff und Ammoniakstickstoff. Denselben günstigen Wirkungswert für den Kalkstickstoff haben die Versuche ergeben, die in kleinen ummauerten Bodenflächen von ungefähr 1 cbm Erdinhalt ausgeführt wurden. Auch bei diesen Versuchen leistete 1 kg Stickstoff im Kalkstickstoff dasselbe wie 1 kg Salpeterstickstoff."

Die Ergebnisse der in Pentkowo und bei praktischen Landwirten

[1]) Vergl. „Jahrbuch der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft" Bd. 19 1904 S. 33 bis 39, ferner „Deutsche Landw. Presse" 1903 S. 367.

[2]) Vergl. „Illustrierte Landwirtschaftliche Zeitung" 1904 S. 37, 38 und „Deutsche Landwirtschaftliche Presse" 1904 S. 127.

Digitized by Google

der Provinz Posen ausgeführten Versuche waren für den Kalkstickstoff nicht so günstig wie die eben geschilderten. Es darf dies jedoch nicht befremden, denn gerade bei diesen ersten Feldversuchen lagen ja praktische Erfahrungen über die Anwendung in größerem Maßstabe noch nicht vor, und es war daher nicht zu vermeiden, daß man, wie einst bei Chilisalpeter und schwefelsaurem Ammoniak, erst durch manche Mißerfolge hindurch sich einen Weg bahnen mußte zu der Erkenntnis aller jener Bedingungen, welche erforderlich sind für den Eintritt der vollen Wirksamkeit des neuen Stickstoffdüngers.

Außer den bereits genannten Versuchspflanzen wurden auch zahlreiche andere in den Kreis der Beobachtungen gezogen. Eingehendere Mitteilungen hierüber fehlen noch, werden jedoch voraussichtlich im Laufe dieses Jahres erfolgen.

Von den in der Zeitschriftenliteratur sich findenden Berichten seien noch die nachstehenden wiedergegeben:

Futterrübenversuch, ausgeführt von P. Wagner auf Lehmboden in Ernsthofen[1]).

Es wurden 21 Parzellen von je 1 a Größe abgeteilt. Jede Parzelle wurde — auf das Hektar umgerechnet — mit 8 dz Thomasmehl, 2 dz Superphosphat und 11 dz Kainit gedüngt, und je 3 Parallelparzellen erhielten außerdem die folgende Differenzdüngung an Stickstoff:

1. Keine Stickstoffdüngung; 2. 2 dz Chilisalpeter; 3. so viel Stickstoff in Form von Ammoniaksalz, als in 2 dz Chilisalpeter enthalten ist; 4. so viel Stickstoff in Form von Stickstoffkalk, als in 2 dz Chilisalpeter enthalten ist;	Am 24. Juni untergebracht.
5. 4 dz Chilisalpeter; 6. so viel Stickstoff in Form von Ammoniaksalz, als in 4 dz Chilisalpeter enthalten ist; 7. so viel Stickstoff in Form von Stickstoffkalk, als in 4 dz Chilisalpeter enthalten ist.	Die Hälfte der Düngung am 24. Juni untergebracht, die andere Hälfte am 9. Juli als Kopfdüngung gegeben.

[1]) Deutsche Landwirtschaftliche Presse 1903 S. 493 (nach einer Mitteilung des Versuchsanstellers in der „Hessischen Landwirtschaftlichen Zeitung“).

Digitized by Google

Der Acker wurde am 24. Juni mit Futterrüben bepflanzt, am 21. und 22. Oktober geerntet und ergab das folgende:

	Rübenertrag auf 1 ha berechnet im Mittel aus je 3 Parallelversuchen in dz	Mehrertrag gegen stickstofffreie Düngung in dz
1. ohne Stickstoff	655	—
2. Chilisalpeter } untergebracht	779	124
3. Ammoniaksalz } untergebracht	773	118
4. **Stickstoffkalk** } untergebracht	**787**	**132**
5. Chilisalpeter } zur Hälfte untergebracht, zur Hälfte als Kopfdünger	821	166
6. Ammoniaksalz } zur Hälfte untergebracht, zur Hälfte als Kopfdünger	766	111
7. **Stickstoffkalk** } zur Hälfte untergebracht, zur Hälfte als Kopfdünger	**715**	**60**

Aus diesen Resultaten geht hervor,

1. daß die Stickstoffdüngung hohe Ertragssteigerungen herbeigeführt hat und
2. daß Stickstoffkalk, wenn zweckmäßig angewandt, auch bei Rüben gute Erfolge zeitigen kann, wie die später zu erwähnenden Versuche von Edler, Strohmer u. a. gleichfalls beweisen.

Haferversuch, von Gerlach im Jahre 1902 in Persitz (Posen) auf 25 a großen Parzellen ausgeführt, die eine Grunddüngung von 60 kg Kali und 60 kg wasserlöslicher Phosphorsäure pro Hektar erhalten hatten[1]).

Differenzdüngung: 40 kg Stickstoff pro Hektar in Form von Chilisalpeter oder Stickstoffkalk.

Über die Zeit der Düngung und den Ertrag gibt nachstehende Tabelle Aufschluß:

Düngung	Ernte pro 25 a Körner dz	Ernte pro 25 a Stroh dz
1. Salpeter im April	14,95	31,47
2. Stickstoffkalk im Dezember	11,79	24,29
3. Stickstoffkalk im März	12,58	24,56
4. **Stickstoffkalk im April**	**13,09**	**29,54**
5. **Ohne Stickstoff**	**6,39**	**16,01**

[1]) Wiener Landwirtschaftliche Zeitung 1906 S. 886, 887 (nach dem Referat von Dr. Th. Alexander).

Auch zu Gerste liegt eine Reihe von Düngungsversuchen von Gerlach vor[1]).

Bei einem Versuche in Sierkierki (Posen) war die Parzellengröße und Grundbüngung die gleiche, wie bei dem soeben wiedergegebenen Haferversuch. Die Differenzdüngung betrug 28 kg Stickstoff pro Hektar.

Das Resultat war folgendes:

Düngung	Ernte pro 25 a	
	Körner dz	Stroh dz
1. Chilisalpeter im April und Mai	12,52	20,27
2. Stickstoffkalk im März	11,73	18,50
3. Stickstoffkalk im April	11,81	17,92
4. Ohne Stickstoff	9,16	13,80

Ein weiterer Gerstenversuch von Gerlach gelangte in Schwersanz (Posen) zur Ausführung. Dort fand ein Vergleich statt zwischen Stickstoffkalk und einem Gemenge von Salpeter- und Ammoniakstickstoff. Man erzielte folgendes:

Düngung pro Hektar	Körnerertrag pro 25 a dz	Mehrertrag gegen ungedüngt dz	Wirkungsverhältnis
1. 10 kg Salpeterstickstoff und 20 kg Ammonstickstoff	11,17	2,04	100
2. 30 kg Stickstoffkalkstickstoff	11,40	2,27	111
3. Ohne Stickstoff	9,13	—	—

Zu Zuckerrüben hat Gerlach in Pentkowo eine Reihe von Versuchen angestellt. Die unten wiedergegebenen Zahlen stellen das Mittel aus drei Versuchen dar. Parzellengröße: 25 a; Grundbüngung: 100 kg Kali und 80 kg wasserlösliche Phosphorsäure pro Hektar. Über die Höhe der Stickstoffdüngung und die erhaltenen Resultate nachstehende Angaben:

[1]) Wiener Landw. Zeitung 1906 S. 886.

Düngung pro Hektar	Ernte pro 25 a in dz	Mehrertrag gegen ungedüngt in dz	Wirkungsverhältnis
1. 70 kg N im Stickstoffkalk 3 Wochen **nach** dem Drillen	151,05	20,29	55,4
2. 70 kg N im **Stickstoffkalk** einige Tage vor dem Drillen	**158,36**	**27,60**	**75,4**
3. 70 kg Salpeterstickstoff	167,38	36,62	100,0
4. Ohne Stickstoff	130,76	—	—

Über die Wirkung des Stickstoffkalks auf Hochmoorboden stellte Tacke-Bremen Versuche an, zunächst mit Senf[1]), später mit Hafer[2]).

Die Ausführung geschah in Vegetationsgefäßen. Versuche im Freien wurden angeschlossen.

Es ergab sich, daß das Calciumcyanamid für saure Moorböden nicht geeignet ist und dort auf besonders empfindliche Pflanzen geradezu schädigend wirken kann. Wenn auch durch Abänderungen der Versuchsbedingungen — namentlich durch längere Zwischenräume zwischen Düngung und Saat — eine bessere Wirkung zu erzielen sein dürfte, so bestätigen doch diese Beobachtungen wiederum die auch in anderer Beziehung häufig gemachten Erfahrungen, daß die Moorböden, insbesondere die sauren Hochmoorböden, ein durchaus eigenartiges Verhalten zeigen und Ergebnisse, die auf anderen Bodenarten gewonnen worden sind, nicht ohne weiteres auf sie übertragen werden dürfen. Es sei, um ein Beispiel zu geben, hier nur an die sehr viel stärker schädigende Wirkung geringer Mengen von Perchlorat im Chilisalpeter auf Hochmoor im Vergleich zu anderen Bodenarten erinnert[3]).

Nicht uninteressant ist die schon angedeutete Beobachtung, daß die verschiedenen Früchte gegen die Umsetzungsprodukte des Stickstoffkalks auf Hochmoorboden in sehr verschiedenem Grade empfindlich sind.

Während bei Senf eine offenbare Schädigung zu erkennen war, ließ sich das bei dem Hafer durchaus nicht beobachten. Es trat vielmehr eine düngende Wirkung deutlich hervor. Die stärkeren Düngungen

[1]) Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur 1903 S. 347—351.

[2]) Illustr. Landw. Zeitung 1905 S. 18, 19.

[3]) Vergl. Tacke-Immendorff, „Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur" 1899 S. 175.

Digitized by Google

wurden besser ausgenutzt als die schwächeren, eine bei Moorboden nicht seltene Erscheinung.

Recht wertvolle Untersuchungen über die Wirkung des Calciumcyanamids auf Hochmoorboden liegen gleichfalls vor von H. v. Feilitzen-Jönköping [1]). Es erfolgten Versuche auf dem Felde und solche in eingegrabenen Holzgefäßen. Die Beobachtungen erstreckten sich auf Hafer und Kartoffeln. Die Resultate decken sich mit denen, welche Tacke erhielt.

Wesentlich anders gestaltet sich das Bild jedoch auf Mischmoor und Niederungsmoor.

Die dort bei Gerste, Sommerweizen und Hafer erzielten Erträge haben gezeigt, daß „die Stickstoffwirkung des Kalkstickstoffes auf diesen besseren Moorböden eine sehr gute“ ist [2]).

Dasselbe konnte Baumann an der Bayerischen Moorkulturanstalt feststellen [3]).

Ebenso Wein-Weihenstephan, dessen Versuche sich noch auf Kartoffeln erstreckten [4]).

Auf Hochmoorboden hat der zuletzt genannte Forscher eine starke Nachwirkung des Stickstoffkalks beobachtet [5]).

Die von Bastian Larsen auf Hochmoorboden ausgeführten Düngungsversuche, über welche John Sebelien — Aas in Norwegen — berichtet [6]), führten zu denselben Ergebnissen wie die Untersuchungen von Tacke und Feilitzen.

Auf Grund seiner bisherigen Beobachtungen glaubt Sebelien das

---

[1]) „Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur“ 1905 S. 136 bis 145. Vergl. ferner: 1. „Svenska Mosskulturföreningens Tidskrift“ 1905 S. 100 bis 110; 1906 S. 212—216. 2. „Österreichische Moorzeitschrift“ 1906 S. 38. 3. „Verhandlungen der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte“, 76. Versammlung zu Breslau, II. Teil 1. Hälfte S. 157.

[2]) Vergl. H. v. Feilitzen, „Deutsche Landwirtschaftliche Presse“ 1907 S. 229 (Nr. 28 vom 6. April).

[3]) Vergl. „Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur“ 1905 S. 142.

[4]) Vergl. „Bericht über die Arbeiten der K. Moorkulturanstalt im Jahre 1904. München 1905.“ I. Beilage zur Vierteljahresschrift des Bayerischen Landwirtschaftsrates. Ergänzungsheft zu Heft II 1905 S. 71. Ferner: „Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft“ 1907 S. 129 und 133 (Stück 13 vom 30. März).

[5]) Vergl. „Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft“ 1906 S. 45.

[6]) „Journal für Landwirtschaft“ 1906 (Bd. 54) S. 159—185.

Calciumcyanamid hinsichtlich seiner Wirkung in die Nähe des Ammonsulfats stellen zu müssen [1]).

Von weitgehendem Interesse sind Untersuchungen, die Wein-Weihenstephan und Otto-Proskau der Frage des Stickstoffersatzes im gärtnerischen Betriebe gewidmet haben.

Die Nährstoffe, welche im Stallmist dem Boden zugeführt werden, reichen in den meisten Fällen nicht aus, um Höchsterträge zu erzielen. Ganz besonders gilt dies von dem Stickstoff, denn der Bedarf unserer meisten Gemüse an demselben ist ein sehr großer [2]). Auch auf Niederungsmoorboden, welcher von Natur aus reich an Stickstoff ist, erwies sich die Zufuhr dieses Nährstoffs noch als rentabel. Hand in Hand mit einer reichlichen und richtigen Ernährung der Gartengewächse geht ihre Widerstandsfähigkeit gegen schädliche Einflüsse, insbesondere gegen Spätfröste und Dürre [3]).

Wein stellte nun vergleichende Versuche über die Wirkung des Chilisalpeters, schwefelsauren Ammoniaks und Stickstoffkalks bei Gartengewächsen an. Der Stickstoffkalk erwies sich bei den meisten Versuchen „dem Salpeter gleichwertig“ [4]).

Bei vielen Gartenpflanzen, wie Salat, Rettich und den Kohlarten, wirkten sämtliche drei Stickstoffformen ungefähr gleich gut [5]).

Wein führte ausschließlich Freilandversuche aus, und zwar auf Moorböden und Mineralböden.

Nur die letzteren Bodenarten zog Otto in den Bereich seiner Untersuchungen, doch stellte er neben Freilandversuchen auch Versuche in Vegetationsgefäßen an [6]). Seine Feldversuche erstreckten sich auf Salat und Spinat. Das Feld hatte als Grunddüngung eine Stallmistgabe erhalten.

---

1) Vergl. a. a. O. S. 185.

2) Vergl. Wein, Naturwissenschaftl. Zeitschrift für Land- und Forstwissenschaft 1906 S. 137.

3) Vergl. Bericht über die Arbeiten der K. Moorkulturanstalt im Jahre 1904. I. Beilage zur Vierteljahresschrift des Bayerischen Landwirtschaftsrats. Ergänzungsheft zu Heft II 1905 S. 85.

4) Vergl. a. a. O. S. 72 und 81.

5) Vergl. Verhandlungen der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte, 76. Versammlung zu Breslau, II. Teil 1. Hälfte S. 162.

6) Vergl. „Vergleichende Düngungs- und Vegetationsversuche mit Kalkstickstoff bei gärtnerischen Kulturpflanzen“, Gartenflora 1904 Heft 20 S. 53, 54. Ferner: Verhandlungen der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte in Breslau 1904, II. Teil 1. Hälfte S. 159 ff.

Digitized by Google

Die Entwicklung des Spinats zeigte deutlich eine günstige Wirkung des Stickstoffkalks, die zwar nicht gleich am Anfang deutlich in Erscheinung trat, sondern mehr allmählich erfolgte. Salat zeigte sich empfindlich, wenn die Pflanzen in die frische Düngung hineinkamen. Wurden sie aber erst 12 Tage nach dem Ausstreuen eingesetzt, so ergab sich auch beim Salat ein recht guter Erfolg. Ergebnis der Ottoschen Feldversuche: Trotz vorhergegangener Stallmistdüngung eine Wirkung des Stickstoffkalks, die der des Chilisalpeters und schwefelsaurem Ammoniaks gleichkam!

Ähnliche Resultate lieferten die Gefäßversuche, die in Wagnerschen Zylindern vorgenommen wurden. Jedes Gefäß erhielt 5 g Stickstoff in Form von Stickstoffkalk, Chilisalpeter oder schwefelsaurem Ammoniak. Als Versuchspflanzen wurden Weißkohl, Salat und Pferdezahnmais gewählt. Die Entwicklung der Pflanzen war eine gute. Namentlich bei Weißkohl wirkte der Stickstoffkalk günstig auf die Kopfbildung.

E. Lierke-Leopoldshall stellte in seinem Versuchsgarten mit Zwiebeln nachstehenden Versuch an[1]):

Grunddüngung für alle Parzellen pro Hektar:

280 kg schwefelsaures Kali,
400 kg Superphosphat.

Differenzdüngung:

Parzelle I kein Stickstoff,
„ II 250 kg Stickstoffkalk,
„ III 320 kg Salpeter,
„ IV 250 kg schwefelsaures Ammoniak.

Er erhielt folgende Erträge:

	pro Hektar	Durchschnittsgewicht der Zwiebel
Parzelle I (kein N) . . .	477 dz Zwiebeln	159 g
„ II (Stickstoffkalk) .	669 „ „	223 „
„ III (Salpeter) . .	576 „ „	192 „
„ IV (Ammonsulfat) .	612 „ „	204 „

[1]) Laut Bericht.

Das ist ein Ergebnis, welches Beachtung verdient. Es zeigt, daß die Wirkung des Stickstoffkalks zuweilen die aller anderen Stickstoffdüngemittel in den Schatten stellt.

Auf weitere Versuche ähnlicher Art kommen wir später zu sprechen.

Jedenfalls kann darüber kein Zweifel sein, daß dem Stickstoffkalk für gärtnerische Zwecke und für Weinberg- und Obstbaumdüngung eine ebenso ausgedehnte Anwendung bevorsteht wie für die allgemeinen landwirtschaftlichen Kulturen.

Kehren wir auf das landwirtschaftliche Gebiet zurück.

Haselhoff-Marburg, dessen Studien über die Einwirkung des Calciumcyanamids auf die Keimung von Samen in einem vorhergehenden Abschnitte gewürdigt wurden, brachte auch Gefäß- und Feldversuche mit verschiedenen Bodenarten und Pflanzen zur Durchführung [1]).

Für die Vegetationsgefäße dienten Senf und Buchweizen als Versuchspflanzen, als Boden schwach lehmiger Sand. Es wurden wechselnde Stickstoffmengen verabfolgt: als Maximum 1,5 g Stickstoff pro Topf (= 8 kg Boden), als Minimum 0,19 g.

Die starken Gaben wirkten nachteilig, während die schwachen Gaben bei Senf eine Wirkung von ungefähr 95 % derjenigen des Salpeters erzielten. Ein weiterer Versuch mit Möhren — in etwas größeren Gefäßen ausgeführt, um den Einfluß des Bodenvolumens auf die Zersetzung des Stickstoffkalks festzustellen — ergab befriedigende Resultate.

Er zeigte, daß das Bodenvolumen von keinem besonderen Einfluß auf die Wirkung des Stickstoffkalks gewesen ist.

Überaus günstig für den Stickstoffkalk sind die Feldversuche ausgefallen, welche Haselhoff angestellt hat. Es diente zu denselben ein leichter und ein schwerer Lehmboden, für ersteren als Versuchspflanze Roggen und Kartoffeln, für letzteren Gerste, Kartoffeln und Runkelrübe.

Bei Roggen erhielt Haselhoff einen Ertrag, welcher bezüglich der Körnerernte ungefähr 84 %, bezüglich der Stroherernte 96—98 % einer gleich starken Chilisalpeterdüngung betrug. Kartoffeln ergaben bei Stickstoffkalk sogar eine bessere Ernte als bei Chilisalpeterdüngung. Auf schwerem Lehmboden wirkte auch bei Gerste der Stickstoffkalk auf den Körnerertrag

[1]) Landwirtschaftliche Jahrbücher 1905 Bd. 34 S. 597 ff. (Mitteilungen der Landwirtschaftl. Versuchsstation Marburg.) Vergl. auch Deutsche Landw. Presse 1905 S. 325, 326 und 1906 S. 185—187.

besser als der Salpeterstickstoff, dagegen ergab er auf dieser Bodenart bei Kartoffeln nur 93,6 % und bei Runkelrüben 94,3 % des Ertrages einer Salpeterdüngung.

Nachstehend Einzelheiten über einige der Versuche.

1. Runkelrüben.

Düngung mit Stickstoff pro Hektar	Rüben pro Hektar dz	Relativer Ertrag. Salpeterwirkung = 100
1. Ohne Stickstoff	291,00	—
2. 2,00 dz Chilisalpeter	356,50	100,0
3. 1,64 dz **Stickstoffkalk**	**326,00**	**91,5**
4. 4,00 dz Chilisalpeter	445,50	100,0
5. 3,28 dz **Stickstoffkalk**	**432,00**	**97,0**

2. Kartoffeln.

a) Versuche auf leichtem Lehmboden.

Düngung mit Stickstoff pro Hektar	Knollen pro Hektar dz	Relativer Ertrag. Salpeterwirkung = 100
1. Ohne Stickstoff	158,0	—
2. 1,42 dz Chilisalpeter	173,5	100,0
3. 1,22 dz **Stickstoffkalk**	**174,0**	**100,3**

b) Versuche auf schwerem Lehmboden.

Düngung mit Stickstoff pro Hektar	Knollen pro Hektar dz	Relativer Ertrag. Salpeterwirkung = 100
1. Ohne Stickstoff	194,50	—
2. 2,00 dz Chilisalpeter	224,75	100,0
3. 1,64 dz **Stickstoffkalk**	**211,00**	**94,8**
4. 4,00 dz Chilisalpeter	231,75	100,0
5. 3,38 dz **Stickstoffkalk**	**216,25**	**93,3**

Digitized by Google

3. Gerste.

Düngung mit Stickstoff pro Hektar	Mittlerer Ertrag auf 1 ha berechnet		Relativer Ertrag. Salpeterwirkung=100	
	Körner dz	Stroh dz	Körner	Stroh
1. Ohne Stickstoff	17,00	31,50	—	—
2. 2,00 dz Chilisalpeter kurz vor der Aussaat gegeben	18,25	39,75	100,0	100,0
3. 1,64 dz Stickstoffkalk 14 Tage vor der Aussaat gegeben	**19,00**	**37,50**	**104,1**	**94,4**
4. 2,00 dz Chilisalpeter als Kopfdüngung in 2 Raten gegeben . .	19,50	42,75	100,0	100,0
5. 1,64 dz Stickstoffkalk als Kopfdüngung in 2 Raten gegeben . .	18,50	31,25	94,9	73,1
6. 1,64 dz Stickstoffkalk kurz vor dem Schossen gegeben	**20,50**	**42,50**	**105,1**	**99,4**
7. 4,00 dz Chilisalpeter kurz vor der Aussaat gegeben	20,50	42,75	100,0	100,0
8. 3,28 dz Stickstoffkalk kurz vor der Aussaat gegeben	20,00	38,75	97,5	90,7
9. 4,00 dz Chilisalpeter als Kopfdüngung in 2 Raten gegeben . .	20,50	43,25	100,0	100,0
10. 3,28 dz Stickstoffkalk als Kopfdüngung in 2 Raten gegeben . .	20,50	41,25	100,0	95,4

Es ist interessant, aus diesen Angaben zu entnehmen, daß die Kopfdüngung bei Sommerung nicht unbedingt mit Schädigungen verknüpft zu sein braucht. A. Ritter-Damerow beobachtete ähnliches bei Hafer[1]), Bachmann-Apenrade bei Gerste[2]), und Hardt konnte wiederholt feststellen, daß Stickstoffkalk auf einer Wiese keinerlei Nachteile für die Grasnarbe hervorrief, obwohl das Ausstreuen erst Ende April erfolgte und nicht unbeträchtliche Mengen des Düngemittels angewandt wurden (112—125 Pfund pro Morgen = ¼ ha)[3]). Daß Wagner-Darmstadt mit einer Stickstoffkalkkopfdüngung bei Wintergetreide, wenn

[1]) Vergl. Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft 1906 S. 299.

[2]) Vergl. Deutsche Landwirtschaftl. Presse 1905 S. 827, 828 und 1907, S. 29, 30.

[3]) Vergl. Landwirtschaftl. Wochenblatt für Schleswig-Holstein 1906 S. 803. Bei den Bachmannschen Versuchen auf Grasland wirkte jedoch schon eine Gabe von 1 Zentner pro Morgen schädlich! Vergl. a. a. O. S. 804.

Digitized by Google

im Februar-März angewandt, die besten Erfolge erzielte, wurde an anderer Stelle angedeutet.

Der Frage der Herbstdüngung, die für alle besseren Bodenarten in Betracht kommt, und der Frage der Kopfdüngung sollte in jedem Falle weitere Beachtung geschenkt werden. Es sind das Kapitel, die noch nicht als abgeschlossen zu betrachten sind. Ganz besonders gilt dies von der Herbstdüngung.

Es darf als feststehend gelten, daß die in allen besseren Böden reichlich vorhandenen Zeolithe das Ammoniak festlegen, welches aus dem Stickstoffkalk zunächst gebildet wird, und daß selbst sehr ergiebige Winterniederschläge höchstens Spuren davon in den Untergrund spülen. Eine Maßnahme also, die bei Salpeter verfehlt sein würde, ist bei dem Calciumcyanamid — mit Ausnahme der Sandböden — rationell[1]).

Und über die Frage, ob Kopfdüngung zulässig ist oder nicht, sind weitere Versuche deshalb erwünscht, weil die Umwandlung des Stickstoffkalks in den verschiedenen Böden und unter verschiedenen klimatischen Verhältnissen recht verschieden schnell vor sich geht, auf manchen Böden so rasch, daß das Düngemittel, auch als Kopfdünger gegeben, keinerlei Schädigung der Pflanzen zur Folge hat.

Daß die **Regel** für die Verwendung des Stickstoffkalks stets sein wird, ihn einige Zeit vor der Aussaat auf den Acker zu bringen und so innig wie möglich mit der Krume zu mischen, darüber kann — wie andernorts betont — nicht der geringste Zweifel sein.

Aber auch die Ausnahme mußte Berücksichtigung finden und die Haselhoffschen Versuchsresultate geben vielleicht Veranlassung, daß weitere Beobachtungen in dieser Richtung nicht ganz außer acht gelassen werden.

In den Jahren 1904 und 1905 wurden von der Versuchsstation Jena eine Reihe von Felddüngungsversuchen ausgeführt, über die Immendorff-Jena berichtet[2]).

Die 1 a großen Parzellen wurden sämtlich ausreichend mit Kali und Phosphorsäure versehen, die Stickstoffdüngung erfolgte in der Art, wie die folgenden Zusammenstellungen der Versuchsergebnisse es zeigen.

---

[1]) Die hier vorgetragenen Anschauungen des Herrn E. Kempski sind keineswegs die meinigen. Immendorff.

[2]) Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft 1907 Stück 9 S. 94. Vergl. auch „Raiffeisen-Bote", Mitteilungen über Genossenschaftswesen und Landwirtschaftsbetrieb. Erfurt 1906 S. 20—24.

OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

1. Versuch in Dornburg 1904. Sommerweizen.

Stickstoffdüngung auf 1 ha	Mittelertrag von 1 ha		Mehrertrag gegen N-freie Düngung von 1 ha		Von 100 Teilen des in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte wiedergewonnen Teile
	Korn kg	Stroh kg	Korn kg	Stroh kg	
1. Ohne Stickstoff	2372	4066	—	—	—
2. Chilisalpeter 23,4 kg N auf 1 ha	2613	4480	241	414	45
3. Chilisalpeter 46,8 kg N auf 1 ha	2863	5016	491	950	42
4. **Kalkstickstoff** 23,4 kg N auf 1 ha	2781	4795	409	729	76
5. **Kalkstickstoff** 46,8 kg N auf 1 ha	3020	5255	648	1189	57

2. Versuch in Wormstedt 1904. Sommerweizen.

Stickstoffdüngung auf 1 ha	Mittelertrag von 1 ha		Mehrertrag gegen N-freie Düngung von 1 ha		Von 100 Teilen des in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte wiedergewonnen Teile
	Korn kg	Stroh kg	Korn kg	Stroh kg	
1. Ohne Stickstoff	1278	2457	—	—	—
2. Chilisalpeter 23,4 kg N auf 1 ha	1580	3014	302	557	46
3. Chilisalpeter 46,8 kg N auf 1 ha	1453	2937	175	480	21
4. **Kalkstickstoff** 23,4 kg N auf 1 ha	1436	2860	158	403	21
5. **Kalkstickstoff** 46,8 kg N auf 1 ha	1488	3069	210	612	20

3. Versuch in Dornburg 1905. Gerste.

Stickstoffdüngung auf 1 ha	Mittelertrag von 1 ha		Mehrertrag gegen N-freie Düngung von 1 ha		Von 100 Teilen des in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte wiedergewonnen Teile
	Korn kg	Stroh kg	Korn kg	Stroh kg	
1. Ohne Stickstoff	1708	2470	—	—	—
2. Chilisalpeter 24,0 kg N auf 1 ha	2280	3392	572	922	87
3. Chilisalpeter 48,0 kg N auf 1 ha	2307	3605	599	1125	64
4. **Kalkstickstoff** (1 Jahr gelagert) 24,0 kg N auf 1 ha	2215	2902	507	432	33
5. **Kalkstickstoff** (1 Jahr gelagert) 48,0 kg N auf 1 ha	2518	2428	810	958	38
6. **Kalkstickstoff** (frisch) 24,0 kg N auf 1 ha	2282	3177	574	707	53
7. **Kalkstickstoff** (frisch) 48,0 kg N auf 1 ha	2352	3486	644	1016	44

Digitized by Google

4. Versuch in Wormstedt 1905. Hafer.

Stickstoffdüngung auf 1 ha	Mittelertrag von 1 ha		Mehrertrag gegen N-freie Düngung von 1 ha		Von 100 Teilen des in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte wiedergewonnen Teile
	Korn kg	Stroh kg	Korn kg	Stroh kg	
1. Ohne Stickstoff	603	1647	—	—	—
2. Chilisalpeter 24,0 kg N auf 1 ha	1105	2283	502	636	84
3. Chilisalpeter 48,0 kg N auf 1 ha	1269	2364	666	717	52
4. **Kalkstickstoff** 24,0 kg N auf 1 ha	925	2021	322	374	61
5. Kalkstickstoff 48,0 kg N auf 1 ha	1242	2427	639	780	48
6. **Stickstoffkalk** 48,0 kg N auf 1 ha	1294	2214	691	567	47

Die Versuche des Jahres 1906, die an denselben Orten mit Futterrüben durchgeführt wurden, ergaben ebenfalls für den Stickstoffkalk günstige Resultate.

In diesem Jahre und zu dieser Frucht zeigte sich aber der Chilisalpeter in seiner Wirkung dem Stickstoffkalk überlegen.

Über die Bodenarten sei bemerkt, daß feinerdereiche, mehr oder weniger schwere und kalkhaltige Lehmböden vorlagen.

Edler-Jena führte auf dem Versuchsfeld des landwirtschaftlichen Instituts der Universität einen Runkelrübenversuch aus[1]). Die Wirkung des Stickstoffkalks war eine recht gute.

Es wurden sechs Teilstücke von 2 m Breite und 37 m Länge so nebeneinander angelegt, daß je zwei Teilstücke durch einen Schutzstreifen voneinander geschieden waren. Auf diese Weise war eine Trübung der Versuchsresultate durch ein etwaiges Überstreuen des Düngers über die Parzellengrenzen ausgeschlossen. Das Feld hatte im Herbst eine mittelstarke Stallmistdüngung erhalten und war tief gepflügt worden. Im Frühjahr wurde eine ausreichende Phosphorsäuredüngung angeschlossen. Als Differenzdüngung wurde gegeben 200 kg Stickstoffkalk oder 250 kg Chilisalpeter pro Hektar. Der Stickstoffkalk wurde 13 Tage vor dem Legen der Rübenkerne ausgestreut und sofort untergehackt. Der Chilisalpeter kam zur Hälfte bei der Herrichtung des Feldes für die Einsaat, zur Hälfte vor der zweiten Hacke zum Ausstreuen. Der Aufgang der Kerne war ein guter und gleichmäßiger. Es kamen zwei Sorten Runkeln

[1]) Vergl. Deutsche Landw. Presse 1905 S. 5.

Digitized by Google

zum Anbau: die rote und die gelbe Eckendorfer (Original). Die obere Hälfte jeder Parzelle (= 37 qm) war mit roten, die untere (= 37 qm) mit gelben Eckendorfern bepflanzt. Beide Sorten sind getrennt geerntet, so daß die Wirkung der Düngemittel nicht zweimal, sondern viermal verglichen werden kann. In keinem Stadium des Wachstums konnten irgendwelche Schädigungen der Runkeln durch den Stickstoffkalk beobachtet werden. Die Ernteergebnisse waren folgende:

Teilstück	Erträge der 37 qm großen Teilstücke			
	rote Eckendorfer		gelbe Eckendorfer	
	Rüben kg	Blätter kg	Rüben kg	Blätter kg
1. Ohne Stickstoff	257,1	37,1	214,8	28,4
2. **Stickstoffkalk**	270,9	40,2	234,2	30,4
3. Chilisalpeter	243,3	33,6	217,7	31,0
4. Ohne Stickstoff	230,8	31,5	209,1	27,2
5. **Stickstoffkalk**	255,0	34,6	237,6	32,9
6. Chilisalpeter	227,2	29,3	196,2	21,0

Daß der Chilisalpeter in diesem Falle überhaupt nicht gewirkt hat, erklärt der Versuchsansteller aus den Witterungsverhältnissen und zweifellos mit Recht. Jedenfalls ist es interessant festzustellen, daß trotz der Trockenheit der Stickstoffkalk seine Schuldigkeit getan hat.

Beachtenswerte Untersuchungen über die Wirkung des Stickstoffkalks bei Zuckerrüben veröffentlichte Friedrich Strohmer, Direktor der Versuchsstation des Zentralvereins für Rübenzuckerindustrie [1]).

Das Grundstück, auf welchem das Versuchsfeld angelegt wurde, hatte seit mehr als 10 Jahren keinen Stalldünger erhalten, war vollständig nematodenfrei und gehörte zu den Böden mittlerer Güte. Es war ein sandiger Lehm, gelagert auf Kongerienschichten der Tertiärformation, von gleichmäßiger Beschaffenheit und horizontal gelegen. Es wurden 24 je 1 a große Einzelparzellen abgesteckt. Drei der Parzellen blieben ungedüngt, sämtliche übrigen erhielten als Grunddüngung 5,25 kg Superphosphat und 2,5 kg 40 %iges Kalisalz. Von diesen 21 Parzellen, denen Kali und Phosphorsäure — unter Berücksichtigung der Bodenanalysen — im Optimum zur Verfügung stand, blieben 3 ohne

[1]) Österr.-Ungar. Zeitschrift für Zuckerindustrie und Landwirtschaft 1905 6. Heft S. 661—685.

Stickstoffbeigabe. Die übrigen 18 erhielten eine Stickstoffdüngung und zwar:

die 3 Parzellen	„Ammoniak einfach"	je 1,7	kg	schwefels. Ammoniak
„ „ „	„Ammoniak doppelt"	„ 3,4	„	„ „
„ „ „	„Chilisalpeter einfach"	„ 2,26	„	Chilisalpeter
„ „ „	„Chilisalpeter doppelt"	„ 4,52	„	„
„ „ „	„Stickstoffkalk einfach"	„ 1,73	„	Stickstoffkalk
„ „ „	„Stickstoffkalk doppelt"	„ 3,46	„	„

Der Gehalt des schwefelsauren Ammoniaks war 20,62 % N, des Chilisalpeters 15,51 % N und des Stickstoffkalks 20,26 % N.

Die verwendeten Mengen entsprechen also Gaben von 35 und 70 kg N auf 1 ha.

Der Chilisalpeter wurde als Kopfdünger in drei Raten verabfolgt, das schwefelsaure Ammoniak 24 Tage, der Stickstoffkalk 15 Tage vor dem Legen der Rübenkerne in den Boden gebracht.

Eine Schädigung der Anfangsentwicklung der Rüben durch die Anwendung des Stickstoffkalks wurde nicht beobachtet, viel eher das Gegenteil, da die Pflanzen mit der stärksten Stickstoffkalkgabe zur Zeit des Verziehens die üppigsten waren.

Dasselbe Bild bot sich auch weiterhin. Bemerkenswert ist noch, daß die mit Stickstoffkalk gedüngten Parzellen sich am widerstandsfähigsten zeigten gegenüber der Einwirkung starker Hitze, welche im Sommer die Vegetation zu schädigen drohte.

Die Ernteresultate gibt die nachstehende Tabelle wieder:

	Wurzelertrag pro Hektar dz	Mehrernte gegen stickstofffreie Düngung dz	Zuckerertrag pro Hektar dz	Mehrernte gegen stickstofffreie Düngung dz
Grunddüngung	324,5	0	56,52	0
Grunddüngung u. schwefels. Ammoniak einfach	320,5	— 4,0	54,81	— 1,71
Grunddüngung u. schwefels. Ammoniak doppelt	344,5	20,0	60,60	4,08
Grunddüngung u. Chilisalpeter einfach	349,0	24,5	59,52	3,00
Grunddüngung u. Chilisalpeter doppelt	358,5	34,0	62,95	6,43
Grunddüngung u. Stickstoffkalk einfach	359,5	35,0	62,85	6,33
Grunddüngung u. Stickstoffkalk doppelt	416,0	91,5	71,77	15,25

Digitized by Google

Aus den Zahlen dieser Zusammenstellung geht hervor, daß bereits durch eine einfache Düngung mit Stickstoffkalk in Bezug auf Wurzel- und Zuckerertrag dieselbe Steigerung herbeigeführt wurde wie durch eine doppeltstarke Chilisalpeterdüngung.

Dem schwefelsauren Ammoniak war nicht nur der Stickstoffkalk, sondern auch der Chilisalpeter überlegen.

Eine Qualitätsverschlechterung der Rüben trat nicht ein, wie die gleichzeitig ausgeführten Analysen ergaben.

Dasselbe günstige Resultat ergab ein weiterer Düngungsversuch auf demselben Grundstücke. Es wurden drei Parzellen von 1/2 ha Größe benutzt. Die Düngung der ersten Parzelle (A) bestand hier pro Hektar in 62,4 kg wasserlöslicher Phosphorsäure und 35,0 kg Stickstoff in Form von Stickstoffkalk, die der zweiten Parzelle (C) in derselben Menge Phosphorsäure und 21,1 kg Stickstoff in der Form von Salpeter. Zwischen diesen beiden gedüngten Parzellen A und C blieb die Parzelle B ungedüngt.

Der Ernteertrag und der Zuckergehalt der Rüben war folgender (pro Hektar in Doppelzentner):

	Rüben	Zuckergehalt	Zuckerertrag
Parzelle A (Stickstoffkalk) . . .	370,5	17,23 %	63,84
„ B (ungedüngt)	295,0	16,56 %	48,85
„ C (Chilisalpeter) . . .	304,0	16,55 %	50,31

Nach vorstehenden Zahlen war demnach die Ertragssteigerung der gedüngten Parzellen gegenüber der ungedüngten bei Stickstoffkalk eine mehrfach größere als die durch Chilisalpeter herbeigeführte. Allerdings war die Stickstoffgabe in Form von Chilisalpeter eine schwächere als jene in Form von Stickstoffkalk. Dieser Mengenunterschied in den beiden Arten der Stickstoffzufuhr steht jedoch nicht im Verhältnis zu der durch Stickstoffkalk gegenüber Chilisalpeter bedingten größeren Mehrproduktion, so daß auch nach diesem Versuche und für die bei demselben in Betracht kommenden Bedingungen zum mindesten die Gleichwertigkeit zwischen Salpeterstickstoff und Stickstoffkalkstickstoff als Zuckerrübendünger anzunehmen ist.

Wiederholte Versuche mit Runkelrüben stellte B. Hardt-Oldenburg an [1]).

[1]) Deutsche Landw. Presse 1905 S. 827, 828 und 1907 S. 29, 30.

Zu den Untersuchungen diente ein anmooriger Sandboden, der sich infolge alljährlicher Stallmistdüngung in Verbindung mit Thomasmehl und Kainit in ziemlich hohem Kulturzustand befand.

Bei dem ersten Versuch (1905) hatte das Feld im Vorjahre 60 dz Kalk pro Hektar erhalten. Die Rüben (gelbe Criewener) wurden in einer starken Stallmistdüngung angebaut.

Der Stickstoffkalk wurde 11 Tage vor der Saat ausgestreut und gut eingehackt. Chilisalpeter in zwei Gaben als Kopfdünger.

Das Ergebnis war das folgende:

Parzelle Nr.	Düngung auf 3/5 a (= 60 qm)	Erträge auf 3/5 a Pfund
1	8 Pfund Chilisalpeter	1489
2	6 Pfund **Stickstoffkalk**	1461
3	Ohne Stickstoff	1358
4	8 Pfund Chilisalpeter	1412
5	6 Pfund **Stickstoffkalk**	1478

Im Frühjahr 1906 wurde der Versuch auf einem nebenan liegenden Stücke, welches einen ähnlichen Kulturzustand besitzt, fortgesetzt. Das Feld war aber zum Unterschiede von dem vorigen nicht gekalkt worden und als Vergleichsdünger wurde schwefelsaures Ammoniak gewählt.

Beide Stickstoffdünger wurden am 22. April gegeben und eingeharkt. Die Aussaat erfolgte am 7. Mai. Als Versuchsfrucht dienten hier gelbe Eckendorfer. Sie wurden ebenfalls in einer starken Stallmistdüngung angebaut.

Die Resultate gibt nachstehende Tabelle wieder.

Parzelle Nr.	Düngung auf 7/10 a (= 70 qm)	Erträge auf 7/10 a Pfund
1	10 Pfund **Stickstoffkalk**	1855
2	10 Pfund schwefelsaures Ammoniak	1977
3	Ohne Stickstoff	1784
4	10 Pfund **Stickstoffkalk**	1861
5	10 Pfund schwefelsaures Ammoniak	2005

Digitized by Google

Es erfolgte keinerlei Benachteiligung der Keimung oder der jungen Rüben.

In beiden Jahren hat der Stickstoffkalk trotz des an sich schon sehr stickstoffreichen Bodens die Erträge erhöht.

Auf **anmoorigem Heideboden** prüfte **Hardt** die Brauchbarkeit des Stickstoffkalks zu **Hafer** mit Kleeuntersaat [1]).

Der Versuch wurde auf 11 a großen Parzellen angestellt, die durch mäßig tiefe Gräben voneinander getrennt waren.

Für einen genügenden Vorrat von Kali, Kalk und Phosphorsäure trug man Sorge.

Die eine Parzelle erhielt eine Lupinengründüngung im Spätherbst des Vorjahres, da man bei Unterlassen irgendwelcher Stickstoffzufuhr auf diesem Boden sonst eine völlige Mißernte erwarten mußte.

Der Stickstoffkalk und das schwefelsaure Ammoniak wurden 3 Wochen vor der Saat von Hafer und Kleegras ausgestreut und sofort eingeeggt. Der Chilisalpeter wurde in zwei Gaben verabreicht, die eine bei der Saat, die andere kurz nach der Bestockung.

Der Hafer zeigte auf der Gründüngungsparzelle einen wesentlich geringeren Stand als auf den Parzellen mit Mineralstickstoff. Allerdings war die Entwicklung der Lupinen auch nur eine mittelmäßige gewesen. Zwischen Parzelle 2, 3 und 4 waren große Unterschiede im Stande des Hafers nicht vorhanden. Die Chilisalpeterparzelle hatte das längste Stroh, auf den beiden anderen Stücken war das Stroh etwas kürzer, aber stämmiger. Klee und Gras standen auf allen Parzellen gleichmäßig gut.

Düngung und Erträge waren die folgenden:

Parzelle Nr.	Düngung der einzelnen Parzellen pro Hektar	Hafererträge pro Hektar in Kilogrammen	
		Korn	Stroh
1	Gründüngung (mittelmäßig)	1450	1750
2	2 dz Chilisalpeter	1700	2700
3	1½ dz schwefelsaures Ammoniak	2000	2300
4	1½ dz Stickstoffkalk	2150	2450

Der Stickstoffkalk hat also, wenn er drei Wochen vor der Saat untergebracht war, die Keimung des Hafers und der feineren Klee- und

[1]) Deutsche Landw. Presse 1907 S. 29.

Digitized by Google

Grasſämereien auch auf dieſem Boden nicht ſchädlich beeinflußt, er hat ſich vielmehr als Stickſtoffdünger recht gut bewährt.

Vergleichende Düngungsverſuche mit Stickſtoffkalk ſtellte ferner C. Aſchmann in Ettelbrück an. Es wurde im Sommer 1904 in Erpeldingen bei Ettelbrück ein kleines Verſuchsfeld eigens zu dem Zweck angelegt, die Düngewirkung des Calciumcyanamids zu erproben[1]).

Bis jetzt wurden folgende Verſuche veröffentlicht:

a) Runkelrüben.

Düngung pro Hektar	Rüben pro Hektar dz	Blätter pro Hektar dz
Ungedüngt	476,5	68,5
3 dz Stickſtoffkalk	523,5	108,5
4 dz Chiliſalpeter	549,5	99,5
3 dz Ätzkalk	508,0	83,5

Der ohnedies geringe Unterſchied zwiſchen Salpeter- und Stickſtoffkalkertrag wäre, nach Anſicht des Verſuchsanſtellers, weſentlich eingeſchränkt worden, wenn der Stickſtoffkalk vorſchriftsmäßig hätte untergepflügt werden können. Da er jedoch verſpätet eintraf, hatte man die Rüben bereits geſät und mußte den Dünger zwiſchen den Pflanzen ausſtreuen. Eine ſchädliche Wirkung wurde trotzdem nicht beobachtet.

b) Runkelrüben.

Düngung		Ertrag pro 5 a in Zentnern	
		Rüben	Blätter
Mit Chiliſalpeter	(gleiche N-Mengen)	35,21	4,51
Mit Ammonſulfat	(gleiche N-Mengen)	31,14	3,50
Mit Stickſtoffkalk	(gleiche N-Mengen)	34,30	4,11
Ohne Dünger		25,22	3,60

Wie man ſieht, hat ſich der Stickſtoffkalk mit dem Chiliſalpeter auf gleicher Höhe gehalten und ein wenig dem Ammonſulfat überlegen gezeigt[2]).

[1]) „Der Landwirt“ 1905 Nr. 37. Referat: Biedermanns Zentralblatt für Agrikulturchemie 1906 S. 138.

[2]) Gg. Erlwein, Fixierung des Luftſtickſtoffs in Form von Kalkſtickſtoff, Verwendung des Kalkſtickſtoffs als Düngemittel und einige neuere damit erzielte

Digitized by Google

c) Gerste.

Düngung	Ergebnis pro Hektar in Zentnern	
	Körner	Stroh
Ohne Düngung	6,00	9,50
Mit Ammonsulfat	17,80	36,00
Mit Chilisalpeter	16,00	32,80
Mit Stickstoffkalk	19,50	36,50

Das mit Stickstoffkalk erhaltene Resultat hat also sowohl das mit Ammonsulfat wie das mit Chilisalpeter erhaltene übertroffen.

Sigurd Rhodin, Leiter des Versuchsfeldes der Stockholmer Landbauakademie, veröffentlichte kürzlich die Ergebnisse der Düngungsversuche, welche er in den Jahren 1903—1906 mit den neuen Stickstoffdüngern angestellt hat [1]). Aus seinen Schlußfolgerungen seien folgende hervorgehoben, die uns hier besonders interessieren:

„Karbidstickstoff [2]), gleich vor der Saatbestellung gegeben, aber sorgfältig eingeeggt, hat weder die Keimfähigkeit herabgesetzt, noch schädlich auf die jungen Sämlinge gewirkt."

„Die Wirkung des Karbidstickstoffs und des Ammoniumsulfats bei Kohlrüben, Wasserrüben, Kartoffel und Hafer, auf lehmigem Tonboden angebaut, ist voll vergleichbar mit der Wirkung der salpetersauren Salze: salpetersaures Natron und salpetersaurer Kalk."

„Stickstoffkalk und Chilisalpeter haben dieselben Wirkungsverhältnisse bei Hafer."

„Wenn Karbidstickstoff und Ammoniumsulfat spät gebraucht werden, z. B. bei Pflanzung von Kohlrüben im Juni oder bei sehr später Pflanzung von Kartoffeln, verringert sich die Wirkung der beiden in beträchtlichem Grade."

„Die Nachwirkung des Stickstoffs auf die folgenden Saaten ist am größten bei dem Karbidstickstoff."

Düngungsresultate. Sonderabdruck eines in „Der Saaten-, Dünger- und Futtermarkt" 1906 Nr. 29 u. 30 S. 9 erschienenen Vortrages, gehalten in Berlin in der Versammlung des Vereins Deutscher Großhändler in Dünge- und Kraftfuttermitteln am 13. Juni 1906.

[1]) „Mitteilungen des Versuchsfeldes der Königl. Landbau-Akademie zu Stockholm" Jahrg. 1907 Nr. 94. Vergl. auch Deutsche Landw. Presse 1907 Nr. 34 vom 27. April S. 286.

[2]) D. i. also Calciumcyanamid = Stickstoffkalk.

Digitized by Google

Für Zucker- und Futterrüben glaubt Rhodin den Nitraten den Vorzug geben zu müssen. Ebenso hält er eine Kopfdüngung mit Karbidstickstoff nicht für angebracht, wenigstens nicht auf Gras und Kartoffeln.

Bachmann-Apenrade führte verschiedene Versuche aus[1]).

Versuchspflanze: Gerste.

Boden: Sand, auf dem nur Roggen, Kohlrüben und Kartoffeln sicher gedeihen. Sommergetreide unsicher.

Der Stickstoffkalk wurde 8 Tage vor der Saat eingeeggt und als Kopfdünger verwendet. Nach letzterer Art der Anwendung des Düngers trat mehrere Tage Regenwetter ein. Infolgedessen blieb eine schädigende Wirkung aus. Allerdings hat sich, wie die nachstehenden Zahlen ergeben, das rechtzeitige Eineggen vor der Saat als das wesentlich vorteilhaftere erwiesen.

Auf 7,5 a großen Parzellen wurden folgende Erträge gewonnen:

Parz. Nr.	Düngung	Korn kg	Stroh kg
1	Ungedüngt	38,0	65,5
2	45 kg Thomasmehl, 45 kg Kainit	39,0	88,5
3	Grunddüngung + 15 kg **Stickstoffkalk**, 8 Tage vor der Saat eingeeggt	47,5	110,0
4	Grunddüngung + 15 kg **Stickstoffkalk nach der Saat als Kopfdünger**	42,0	91,0
5	Grunddüngung + 15 kg schwefelsaures Ammoniak, 8 Tage vor der Saat eingeeggt	56,0	129,0
6	Grunddüngung + 20 kg Chilisalpeter, vor der Saat leicht eingeeggt	44,0	68,0
7	Grunddüngung + 20 kg Chilisalpeter, nach der Saat als Kopfdünger	45,0	84,0
8	Grunddüngung + 15 kg **Stickstoffkalk**, vor der Saat eingeeggt	48,5	118,0

Das Resultat ist also für den Stickstoffkalk recht günstig!

Bei einem zweiten Versuch, der mit Kohlrüben auf leichtem Sandboden angestellt wurde, trat ebenfalls eine gute Wirkung des Stickstoffkalks ein: Grunddüngung: 629 kg Rübenknollen pro 2 a, Grunddüngung + Stickstoffkalk: 928 kg auf gleich großer Fläche. Doch zeigte

[1]) Landwirtschaftl. Wochenblatt für Schleswig-Holstein 1906 S. 803, 804.

Digitized by Google

in diesem Versuch die Ammonsulfatparzelle noch ein Übergewicht (Ertrag 1005,0 kg auf 2 a).

Ein dritter Versuch, auf Wiesenland, bei dem humoser feuchter Lehmboden vorlag, zeigte eine schädigende Wirkung des Stickstoffkalks, ließ aber auch von dem Vergleichsdünger keinerlei Stickstoffwirkung erkennen. Eine Erklärung dieses Falles läßt der Berichterstatter dahingestellt sein.

Von Schmoeger-Danzig wurde eine Reihe von Versuchen ausgeführt, aus denen folgende hier wiedergegeben werden sollen [1]):

Grunddüngung bei sämtlichen Versuchen 6 dz Superphosphat und 2 dz 40%iges Kalisalz pro Hektar.

Parzellen teils gemergelt, teils ohne Mergel.

Kartoffelversuch 1904.

Boden: schwach lehmiger Sand (Talsand).
Kartoffelsorte: Prof. Märcker.

Düngung auf 1 a	Es wurden geerntet von der Parzelle (= 1 a) gewaschene Kartoffeln kg	Im Mittel aus Parzellen
1. Ohne Stickstoff	64,0	12
2. 3 kg Chilisalpeter (= 3 dz auf 1 ha) . .	83,3	9
3. 2,19 kg schwefels. Ammoniak (entsprechend 3 dz Chilisalpeter auf 1 ha)	72,8	9
4. 2,20 kg Stickstoffkalk (entsprechend 3 dz Chilisalpeter auf 1 ha)	81,0	4

Der Versuch hat unter Trockenheit ziemlich stark gelitten.

Kartoffelversuch 1906.

Boden: wiederum schwach lehmiger Sand (Talsand).
Kartoffelsorte: Industrie.
Parzellen gemergelt.

---

[1]) Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft 1907, Stück 10 vom 9. März, S. 103—105.

Digitized by Google

Düngung auf 1 a	Es wurden geerntet von der Parzelle (= 1 a) gewaschene Kartoffeln kg	Im Mittel aus Parzellen
1. Ohne Stickstoff	141,7	12
2. 2 kg Chilisalpeter (= 2 dz auf 1 ha) . .	174,7	3
3. 1,54 kg schwefels. Ammoniak (= 2 dz Chilisalpeter auf 1 ha)	173,9	3
4. 1,56 kg **Stickstoffkalk** (= 2 dz Chilisalpeter auf 1 ha)	166,4	3

Auch dieser Versuch litt unter Trockenheit.

Haferversuch 1906.

Boden: Lehm (oberer diluvialer Geschiebemergel).

Hafersorte: Heines Ertragreichster.

Bei allen drei Stickstoffdüngern wurde hier ein Versuch mit einer schwächeren und einer stärkeren Gabe ausgeführt.

Düngung auf 1 a	Es wurden geerntet von der Parzelle (= 1 a) lufttrocken		Im Mittel aus Parzellen
	Stroh kg	Körner kg	
1. Ohne Stickstoff	34,6	20,3	10
2. 2 kg Chilisalpeter (= 2 dz auf 1 ha) . .	48,3	26,7	4
3. 1,54 kg schwefels. Ammoniak (= 2 dz Chilisalpeter auf 1 ha)	47,7	26,9	4
4. 1,56 kg **Stickstoffkalk** (= 2 dz Chilisalpeter auf 1 ha)	43,2	23,4	3
5. 3 kg Chilisalpeter (= 3 dz auf 1 ha) . .	50,8	25,4	5
6. 2,34 kg **Stickstoffkalk** (= 3 dz Chilisalpeter auf 1 ha)	49,3	25,0	3

Die drei verschiedenen Stickstoffdünger zeigten sämtlich eine gute Wirkung. Schwefelsaures Ammoniak in der schwächeren Gabe hat ebensogut gewirkt wie Chilisalpeter, Stickstoffkalk weniger gut. Die Vermehrung der Salpetergabe bewirkte keine Zunahme der Ernte, die starke Gabe Stickstoffkalk hatte etwa dieselbe Wirkung wie Chilisalpeter „stark".

Eingehende Untersuchungen über die Wirkung der verschiedenen Stickstoffdünger liegen sodann vor von Schneidewind-Halle. Die

Digitized by Google

bisherigen Ergebnisse wurden auf Wunsch der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft in einem Vorbericht zur Kenntnis gebracht[1]).

Die in den Jahren 1905 und 1906 angestellten Versuche lieferten die nachstehend wiedergegebenen Mittelzahlen. Sämtliche Versuche sind ohne gleichzeitige Stallmistdüngung ausgeführt worden; auch wurden die Parzellen im Jahr vor Beginn der Versuche nicht mit Stallmist gedüngt. Als Höhe der Stickstoffgabe wurden für das Getreide und die Kartoffeln 30 kg Stickstoff auf 1 ha, für die Zuckerrüben 60 kg Stickstoff auf 1 ha gewählt.

Die Versuche sind auf vier verschiedenen Bodenarten ausgeführt worden und zwar in beiden Jahren: auf einem Sandboden, auf einem lehmigen Sandboden, auf einem humosen Lößlehmboden und auf einem schweren Lößlehmboden.

Es erzeugten im Mittel der Versuche:

	Chilisalpeter		Schwefelsaures Ammoniak		Kalkstickstoff		Kalksalpeter	
	30 kg Stickstoff auf 1 ha	15,5 kg Stickstoff (1 dz)	30 kg Stickstoff auf 1 ha	15,5 kg Stickstoff	30 kg Stickstoff auf 1 ha	15,5 kg Stickstoff	30 kg Stickstoff auf 1 ha	15,5 kg Stickstoff
a) bei der Gerste: 4 verschiedene Bodenarten, 8 Versuchsreihen mit 132 Einzelparzellen.								
Körner dz (Mittel):								
1905	+ 3,50	+ 1,81	+ 3,67	+ 1,90	+ 3,42	+ 1,77	nicht ausgeführt	
1906	+ 6,04	+ 3,12	+ 5,12	+ 2,65	+ 3,88	+ 2,00	+ 5,11	+ 2,64
Gesamtmittel . . .	+ 4,77	+ 2,47	+ 4,40	+ 2,28	+ 3,65	+ 1,89	—	—
Wirkungsverhältnis .	—	*100*	—	*92*	—	*77*	—	—
b) bei Kartoffeln: 4 verschiedene Bodenarten, 8 Versuchsreihen mit 132 Einzelparzellen.								
Knollen dz (Mittel):								
1905	+ 40,8	+ 21,1	+ 34,9	+ 18,1	+ 30,3	+ 15,6	nicht ausgeführt	
1906	+ 31,2	+ 16,1	+ 36,0	+ 18,6	+ 32,6	+ 16,8	+ 38,9	+ 20,1
Gesamtmittel . . .	+ 36,0	+ 18,6	+ 35,5	+ 18,4	+ 31,5	+ 16,2	—	—
Wirkungsverhältnis .	—	*100*	—	*99*	—	*95*	—	—

Der prozentische Stärkemehlgehalt war bei den verschiedenen Düngungen großen Schwankungen nicht ausgesetzt, so daß das Wirkungsverhältnis der verschiedenen Stickstoffformen auf Grund der erzeugten Stärkemenge ungefähr dasselbe bleibt. Setzen wir die durch den Chilisalpeter erzeugten Mengen Stärke = 100, so berechnet sich für das schwefelsaure Ammoniak die Zahl *98*, für den Kalkstickstoff *88*.

[1]) Vergl. Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft 1907 (Stück 5 vom 2. Februar) S. 36—39.

Digitized by Google

c) bei **Zuckerrüben**: 4 verschiedene Bodenarten, 5 Versuchsreihen mit 75 Einzelparzellen.

	Chilisalpeter		Schwefelsaures Ammoniak		Kalkstickstoff		Kalksalpeter	
	60 kg Stickstoff auf 1 ha	15,5 kg Stickstoff (1 dz)	60 kg Stickstoff auf 1 ha	15,5 kg Stickstoff	60 kg Stickstoff auf 1 ha	15,5 kg Stickstoff	60 kg Stickstoff auf 1ha	15,5 kg Stickstoff
Wurzeln dz (Mittel):								
1905	+92,0	+23,8	+82,9	+21,4	+47,6	+12,3	nicht ausgeführt	
1906	+45,6	+11,8	+43,0	+11,1	+51,2	+13,2	+56,7	+14,6
Gesamtmittel . . .	+68,9	+17,8	+63,0	+16,3	+49,4	+12,8	—	—
Wirkungsverhältnis .	—	*100*	—	*92*	—	*72*	—	—

Auch bei den Zuckerrübenversuchen war der Zuckergehalt auf den verschiedenen Parzellen ungefähr der gleiche, so daß sich bei Zugrundelegung der erzeugten Zuckermenge fast genau dasselbe Wirkungsverhältnis ergibt. Setzen wir die durch den Chilisalpeter erzeugte Zuckermenge = 100, so berechnet sich für das schwefelsaure Ammoniak = *93*, für den Kalkstickstoff = *72*.

Die beste Wirkung hatten, wie die Zahlen zeigen, die weniger intensiv wirkenden Stickstoffformen bei der Kartoffel gezeigt. Hier zeigte das schwefelsaure Ammoniak ungefähr die gleiche Wirkung wie der Chilisalpeter; auch der Kalkstickstoff hatte bei der Kartoffel seine Schuldigkeit getan.

Weiterhin wurden Versuche ausgeführt über die Zeit der Anwendung. Aus denselben ging hervor, daß es falsch ist, Chilisalpeter, schwefelsaures Ammoniak oder Stickstoffkalk auf **Sandboden** im Herbst zu verwenden. Wesentlich anders liegen die Verhältnisse auf besserem Boden und vergleichende Untersuchungen über die Wirkung des auf solchen Böden im Herbst gegebenen Stickstoffkalks sind daher an der Versuchsstation Halle im Gange.

Die Ottoschen Untersuchungen über die Wirksamkeit des Stickstoffkalks bei Gartengewächsen wurde schon angedeutet. Derselbe Autor stellte auch auf verschiedenen Böden Versuche bei Hafer und Gerste an.

I. Haferversuch 1905[1]).

„Der Boden der Versuchsparzellen (bei Proskau am Wilhelmsberger Wege) war leicht und in guter Kultur stehend, hatte im Vor-

[1]) Deutsche Landwirtschaftl. Presse 1906 S. 275.

Digitized by Google

jahre Stalldünger, vor der Bestellung keine besondere Düngung erhalten. Die Versuchsparzellen für Kalkstickstoff, Chilisalpeter und „ungedüngt" waren gleichmäßig, je 100 qm (1 a) groß, hatten bis zum 24. März in rauher Furche gelegen, wurden dann geeggt und zur Saat vorbereitet. Der Kalkstickstoff wurde am 24. März zu 2,5 kg pro 1 a = 25 g pro 1 qm, nachdem er vorher mit trockener Erde gemischt war, gleichmäßig ausgestreut und dann sofort eingekrümmert. Die dem gleichen Stickstoffgehalt entsprechende Chilisalpeterdüngung wurde zu 3 kg Chilisalpeter (15,5 % Stickstoff) pro 1 a in gleichen Teilen, auch mit Erde gemischt, am 25. April und 17. Mai als Kopfdüngung gegeben; die daneben liegende gleich große Kontrollparzelle blieb ohne Düngung. Die Aussaat erfolgte auf allen Parzellen gleichmäßig am 30. März, also 6 Tage nach dem Unterbringen des Kalkstickstoffs, als Drillsaat.

Von den während der Vegetationszeit gemachten Beobachtungen seien folgende erwähnt:

20. April. Der Hafer geht auf, doch ist noch kein Unterschied bei den einzelnen Parzellen bemerkbar. Eine Verzögerung im Auflaufen bei der Kalkstickstoffdüngung ist nicht festzustellen.

25. April. Die mit Kalkstickstoff gedüngten Pflanzen sind besser aufgegangen und weiter als die anderen.

30. April. Die Pflanzen der Kalkstickstoff- und Chilisalpeter-Parzelle (erste Gabe Chilisalpeter als Kopfdüngung 25. April) sind gleichweit, die ungedüngten etwas zurück.

4. Mai. Die Kalkstickstoffpflanzen sind sichtlich am weitesten, stärksten und dunkelgrün gegenüber den Chilisalpeterpflanzen und „ungedüngt," welche beide hellgrün sind. Chilisalpeter war „ungedüngt" nur wenig voraus.

10. Mai. Die gleichen Beobachtungen wie am 4. Mai.

17. Mai. Die zweite Hälfte der Chilisalpetergabe als Kopfdüngung gegeben. Die Kalkstickstoffpflanzen sind immer noch bedeutend stärker, höher und dunkelgrüner als die übrigen. Die Chilisalpeterpflanzen sind gegen „ungedüngt" etwas weiter voraus und etwas grüner, erreichen aber noch lange nicht die Kalkstickstoffpflanzen.

25. Mai. Die Kalkstickstoffpflanzen sind auffallend am weitesten und am kräftigsten und dunkelgrün. Die Chilisalpeterpflanzen sind noch lange nicht soweit, obwohl bedeutend besser als „ungedüngt"; ihre Farbe ist grün im Gegensatz zu den weit zurück-

stehenden, schwachen und hellgrünen Exemplaren der ungedüngten Parzelle.

9. Juni. Die Wirkung der Chilisalpeterdüngung ist eingetreten, da diese Pflanzen die gleiche Höhe und Stärke wie die Kalkstickstoffpflanzen haben. Die Chilisalpeterpflanzen sind jetzt auch am grünsten. „Ungedüngt" ist weit zurück. Die Pflanzen sind nur halb so hoch und von hellgrüner Farbe.

19. Juni. Die Kalkstickstoffpflanzen sind jetzt wieder bedeutend weiter als die Chilisalpeterpflanzen, da die ersteren bereits die Rispen hervortreten lassen, was bei den anderen noch nicht der Fall ist. Kalkstickstoff am dunkelgrünsten, dann Chilisalpeter, „ungedüngt" weit zurück und hellgrün.

9. Juli. Die Kalkstickstoffpflanzen stehen gut mit starken, reich besetzten Rispen, welche bereits gelb zu werden beginnen. Die Chilisalpeterpflanzen sind noch nicht ganz so weit. Sehr zurück und noch fast gar keine Rispen haben die ungedüngten Pflanzen.

18. Juli. Schon von weitem erweisen sich die Kalkstickstoffpflanzen am weitesten und am reifsten, dann folgen die Chilisalpeterpflanzen, welche noch verhältnismäßig viel grüne Halme zeigen. Sehr zurück und kümmerlich steht „ungedüngt".

Die Höhe der Pflanzen war zu dieser Zeit durchschnittlich bei:
Kalkstickstoff 45—90 cm (sehr volle und ziemlich reife Rispen),
Chilisalpeter 35—85 cm (ziemlich volle, aber noch wenig reife Rispen),
Ungedüngt 20—45 cm (sehr kümmerliche und sehr wenig volle Rispen).

Die Ernte erfolgte am 25. Juli, die Resultate stellen sich wie folgt:

	Ungedüngt	Chilisalpeter	Kalkstickstoff
Trockengewicht			
Stroh + Körner auf 1 a	12,39 kg	27,00 kg	37,31 kg
Desgl. auf 1 ha	1239 „	2700 „	3731 „
Desgl. auf 1 Mrg.	6,2 Ztr.	13,5 Ztr.	18,65 Ztr.
Körner auf 1 ha	446,4 kg	912,9 kg	1372,8 kg
Desgl. auf 1 Mrg.	2,23 Ztr.	4,56 Ztr.	6,86 Ztr.
Stroh auf 1 ha	792,6 kg	1687,5 kg	2358,4 kg
Desgl. auf 1 Mrg.	3,96 Ztr.	8,44 Ztr.	11,68 Ztr.
Stickstoffgehalt der Körner	1,35 %	1,55 %	1,41 %
Wassergehalt der Körner	12,25 %	11,75 %	11,00 %

Digitized by Google

Das Verhältnis der Erträge der einzelnen Düngungen ist demnach:
Ungedüngt : Chilisalpeter : Kalkstickstoff = 1 : 2 : 3.

Das sind gewiß hervorragende Ergebnisse zu Gunsten des Kalkstickstoffes.

Wir sehen unter anderem aus den vorstehenden Versuchen, daß nicht nur bei der Kalkstickstoffdüngung keine Verzögerung in der Keimung und in dem Auflaufen der Saat eingetreten ist, sondern daß auch während der ganzen Vegetationsdauer die Kalkstickstoffdüngung obenan stand durch besser entwickelte Pflanzen von tief dunkelgrüner Farbe, schnellerer Reife, schwererem Korn und größerem Ertrag. Der Stickstoffgehalt der Körner der Kalkstickstoffdüngung ist geringer als bei der Chilisalpeterdüngung, doch höher als bei ungedüngt. Der Wassergehalt der Körner ist am geringsten beim Kalkstickstoff, am höchsten bei „ungedüngt".

II. Gerstenversuch 1906 [1]).

Besserer Boden mit Lehmunterlage, in guter Kultur. Nach dem Analysenbefund ziemlich stickstoffreich.

Stärke der Düngung: Auf 1 a 2,5 kg Kalkstickstoff oder 3 kg Chilisalpeter (entsprechend 250 kg, und 300 kg pro Hektar). Kalkstickstoff 29 Tage vor der Aussaat ausgestreut.

Die Ergebnisse waren:

	Kalkstickstoff	Chilisalpeter	Ungedüngt
Stroh + Körner auf 1 a	81,961 kg	82,732 kg	67,570 kg
Körner auf 1 a	29,506 „	24,058 „	18,080 „
Stroh auf 1 a	52,455 „	58,674 „	49,490 „
Körner auf 1 ha	2950 „	2405 „	1808 „
Stroh auf 1 ha	5245 „	5867 „	4949 „
oder			
Körner auf 1 Mrg.	14,75 Ztr.	12,04 Ztr.	9,04 Ztr.
Stroh auf 1 Mrg.	26,22 „	29,33 „	24,74 „
Gewicht von 100 Körnern	3,819 g	3,552 g	3,675 g

III. Haferversuch 1906.

Boden: mittelschwer mit Lettenunterlage, in guter Kultur stehend. Sonst gilt dasselbe wie bei Versuch II.

Die Ergebnisse stellen sich wie folgt:

[1]) Deutsche Landwirtschaftl. Presse 1907 (Nr. 36 vom 4. Mai) S. 295, 296.

Digitized by Google

	Kalkstickstoff	Chilisalpeter	Ungedüngt
Stroh + Körner auf 1 a	80,377 kg	92,466 kg	49,193 kg
Körner auf 1 a	23,165 „	30,356 „	13,779 „
Stroh auf 1 a	57,212 „	62,110 „	35,414 „
Körner auf 1 ha	2316 „	3035 „	1377 „
Stroh auf 1 ha	5721 „	6211 „	3541 „
oder			
Körner auf 1 Mrg.	11,55 Ztr.	15,12 Ztr.	6,88 Ztr.
Stroh auf 1 Mrg.	28,65 „	31,05 „	17,70 „
Gewicht von 100 Körnern	3,4314 g	3,5208 g	3,4818 g

Hier hat der Chilisalpeter am besten gewirkt, aber auch der Erfolg der Stickstoffkalkdüngung ist ein guter gegenüber ungedüngt.

IV. **Haferversuch** 1906.

Boden: sehr schwer, humose Lette (Weizenboden), in guter Kultur stehend.

Stärke der Stickstoffdüngung wie bei II und III.

Aussaat: 5 Tage nach der Kalkstickstoffdüngung.

Die Ergebnisse waren:

	Kalkstickstoff	Chilisalpeter	Ungedüngt
Stroh + Körner auf 1 a	69,737 kg	76,324 kg	54,969 kg
Körner auf 1 a	19,842 „	21,654 „	15,225 „
Stroh auf 1 a	49,895 „	54,670 „	39,744 „
Körner auf 1 ha	1984 „	2165 „	1522 „
Stroh auf 1 ha	4989 „	5467 „	3974 „
oder			
Körner auf 1 Mrg.	9,92 Ztr.	10,82 Ztr.	7,61 Ztr.
Stroh auf 1 Mrg.	24,94 „	27,38 „	19,87 „

Nach Ansicht des Versuchsanstellers wären die Resultate gegenüber „ungedüngt“ zweifellos bedeutender gewesen, wenn nicht bereits ein stickstoffreicher Boden vorgelegen hätte.

Über die Witterung, die bei Ausführung der Versuche herrschte, sei bemerkt, daß der Sommer sehr regnerisch und die Temperatur in den einzelnen Monaten im allgemeinen hoch war.

Verschiedene Untersuchungen von Wein-Weihenstephan erwähnten wir bereits.

Von den weiteren, erst kürzlich veröffentlichten Versuchen seien die nachstehenden wiedergegeben. Es sollte bei denselben nicht nur die Frage Beantwortung finden, wie der Stickstoffkalk im Vergleich zu Chilisalpeter und Ammoniaksulfat wirkt, sondern auch ermittelt werden, welches die beste Art der Anwendung sei: das Unterpflügen, Eineggen oder die Kopfdüngung.

Ergebnisse 1904.

I. Versuche mit Sommerhalmfrüchten.

Versuchsreihe 1: Versuche mit **Gerste** auf anmoorigem lehmigem Sandboden bei der Hauptmann Gollwitzerschen Gutsverwaltung in Mintraching.

Grunddüngung für 1 ha: 80 kg Phosphorsäure als Superphosphat und 80 kg Kali als 40%iges Kalidüngesalz.

Differenzdüngung: 25 kg Stickstoff für 1 ha.

Gruppe	Differenzdüngung	Mittelerträge		Mehr gegen stickstofffreie Düngung		Salpeter = 100, dann Ammon- und Kalkstickstoff =
		Körner	Stroh	Körner	Stroh	
1	—	20,43	42,69	—	—	—
2	Grunddüngung, **ohne Stickstoff**	22,89	51,19	—	—	—
3	Salpeter, untergepflügt . . .	30,18	53,76	7,29	2,57	100,0
4	Ammonsulfat, untergepflügt .	31,46	54,48	8,57	3,29	117,3
5	**Kalkstickstoff**, untergepflügt . .	30,74	54,46	7,85	3,27	107,5
6	Salpeter, eingeeggt	30,35	54,91	7,46	3,72	100,0
7	Ammonsulfat, eingeeggt . . .	28,44	53,27	5,55	2,08	75,4
8	**Kalkstickstoff**, eingeeggt . . .	29,69	54,57	6,80	3,38	92,4
9	Salpeter, aufgestreut	31,04	55,37	8,15	4,18	100,0
10	Ammonsulfat, aufgestreut . .	26,99	52,68	4,10	1,49	50,3
11	**Kalkstickstoff**, aufgestreut . .	28,33	52,11	5,44	0,92	66,7

Das Ausstreuen des Kalkstickstoffs erfolgte in diesen, wie in allen anderen Versuchsreihen 1904 etwa 7 Tage vor der Bestellung, um Gifteinwirkungen auf die kleinen Pflänzchen fernzuhalten.

Versuchsreihe 2: Versuch mit **Gerste** auf humosem, lehmigem Sandboden bei der Hauptmann Gollwitzerschen Gutsverwaltung in Mintraching.

Grunddüngung: 80 kg Phosphorsäure als Superphosphat und 80 kg Kali als 40 %iges Kalidüngesalz für 1 ha.

Differenzdüngung: 25 kg Stickstoff für 1 ha.

Gruppe	Differenzdüngung	Mittelerträge		Mehr gegen stickstofffreie Düngung		Salpeter = 100, dann Ammon- und Kalkstickstoff =
		Körner	Stroh	Körner	Stroh	
1	—	27,42	51,54	—	—	—
2	Grunddüngung, **ohne Stickstoff**	30,98	60,86	—	—	—
3	Salpeter, untergepflügt . . .	35,34	68,22	4,36	7,36	100,0
4	Ammonsulfat, untergepflügt .	34,32	62,97	3,34	2,11	76,7
5	**Kalkstickstoff**, untergepflügt . .	33,29	67,12	2,31	6,26	53,1
6	Salpeter, eingeeggt	34,64	68,65	3,66	7,79	100,0
7	Ammonsulfat, eingeeggt . . .	34,41	67,56	3,43	6,70	93,7
8	**Kalkstickstoff**, eingeeggt . . .	33,55	64,45	2,57	3,59	43,0
9	Salpeter, aufgestreut	32,71	68,25	1,73	7,39	100,0
10	Ammonsulfat, aufgestreut . .	33,23	64,75	2,25	3,89	130,3
11	**Kalkstickstoff**, aufgestreut . .	33,88	67,43	2,90	6,57	167,6

Versuchsreihe 3: Versuch mit **Gerste** auf Kalkkiesboden (mit seichter Ackerkrume) bei der Hauptmann Gollwitzerschen Gutsverwaltung in Mintraching.

Grunddüngung für 1 ha: 70 kg Phosphorsäure als Superphosphat und 80 kg Kali als 40 %iges Kalidüngesalz.

Gruppe	Differenzdüngung	Mittelerträge		Mehr gegen stickstofffreie Düngung		Salpeter = 100, dann Ammon- und Kalkstickstoff =
		Körner	Stroh	Körner	Stroh	
1	—	3,14	7,47	—	—	—
2	Grunddüngung, **ohne Stickstoff**	7,31	15,36	—	—	—
3	Chilisalpeter	13,36	26,39	6,05	11,03	100,0
4	Ammonsulfat	12,18	23,94	4,87	8,58	80,5
5	**Kalkstickstoff**, aufgestreut . .	11,71	25,42	4,40	10,06	72,7
6	" eingeeggt . . .	10,25	21,70	2,94	6,34	48,6
7	" untergepflügt . .	13,14	25,96	5,83	10,60	96,4

Zum letzten der drei Gerstenversuche ist zu bemerken, daß von den drei Teilstücken der Gruppe 6 (Kalkstickstoff eingeeggt) zwei Beschädigungen

Digitized by Google

durch die Dürre erlitten, wodurch das Ergebnis sicher etwas zu niedrig ausgefallen ist. Werden für die ausgebrannten Stellen Werte in die Erträge eingesetzt, so ergibt sich für diese Gruppe ein Körnerertrag von 11,89. Mit dieser Korrektur ergibt sich der gleiche Ertrag, ob der Kalkstickstoff eingeeggt oder aufgestreut worden war.

II. Versuche mit Hackfrüchten.

Versuchsreihe 4: Versuch mit **Kartoffeln** auf anmoorigem, lehmigem Sandboden bei der Hauptmann Gollwitzerschen Gutsverwaltung in Mintraching.

Grunddüngung: 80 kg Phosphorsäure als Thomasmehl, 80 kg Kali als 40 %iges Kalisalz.

Differenzdüngung: 15 kg Stickstoff für 1 ha.

Gruppe	Differenzdüngung	Mittelerträge	Mehr gegen stickstoffreie Düngung	Salpeter = 100, dann Ammon- und Kalkstickstoff =
1	—	1,41	—	—
2	Grunddüngung, **ohne Stickstoff**	5,82	—	—
3	Salpeter, untergepflügt . . .	73,84	68,02	100,0
4	Ammonsulfat, untergepflügt .	66,89	61,07	89,7
5	**Kalkstickstoff**, untergepflügt . .	64,63	58,81	86,4
6	Salpeter, eingeeggt	51,00	45,18	100,0
7	Ammonsulfat, eingeeggt . . .	42,59	36,77	81,4
8	**Kalkstickstoff**, eingeeggt . . .	41,87	36,05	79,8
9	Salpeter, aufgestreut . . .	38,17	32,35	100,0
10	Ammonsulfat, aufgestreut . .	36,15	30,33	93,8
11	**Kalkstickstoff**, aufgestreut . .	36,29	30,47	94,2

Versuchsreihe 5: Versuch mit **Kartoffeln** auf Kalkkiesboden bei dem Landwirt J. Krimmer in Pulling.

Grunddüngung: 80 kg Phosphorsäure und 80 kg Kali als 40 %iges Kalidüngesalz für 1 ha.

Differenzdüngung: 30 kg Stickstoff für 1 ha.

Digitized by Google

Gruppe	Differenzdüngung	Mittelerträge dz pro ha	Mehr gegen stickstofffreie Düngung	Salpeter = 100, dann Ammon- und Kalkstickstoff =
1	—	104,69	—	—
2	Grunddüngung, **ohne Stickstoff**	125,91	—	—
3	Salpeter, untergepflügt . . .	234,71	108,80	100,0
4	Ammonsulfat, untergepflügt .	235,63	109,72	102,9
5	**Kalkstickstoff**, untergepflügt . .	238,87	112,96	103,8
6	Salpeter, eingeeggt	271,40	145,49	100,0
7	Ammonsulfat, eingeeggt . . .	231,01	105,10	72,2
8	**Kalkstickstoff**, eingeeggt . . .	189,03	63,12	43,4
9	Salpeter, aufgestreut . . .	201,98	75,37	100,0
10	Ammonsulfat, aufgestreut . .	202,19	76,28	101,2
11	**Kalkstickstoff**, aufgestreut . .	174,09	48,18	63,9

Versuchsreihe 6: Versuch mit **Kartoffeln** auf Lehmboden bei dem Landwirt Lorenz Jositz in Neuhausen, Gemeinde Thalhausen.

Grunddüngung für 1 ha: 70 kg Phosphorsäure als Superphosphat und 80 kg Kali als 40%iges Kalisalz.

Differenzdüngung für 1 ha: 15 kg Stickstoff.

Gruppe	Differenzdüngung	Mittelerträge	Mehr gegen stickstofffreie Düngung	Salpeter = 100, dann Ammon- und Kalkstickstoff =
1	—	62,17	—	—
2	Grunddüngung, **ohne Stickstoff**	79,89	—	—
3	Chilisalpeter in 1 Gabe . .	94,65	14,76	100,0
4	Chilisalpeter in 2 Gaben . .	100,32	20,43	100,0
5	Ammonsulfat in 1 Gabe . .	92,70	12,81	86,8
6	Ammonsulfat in 2 Gaben . .	103,52	23,63	115,7
7	**Kalkstickstoff** in 1 Gabe . . .	101,15	21,63	146,5 (1malige Gabe = 100) 100,8 (2malige Gabe = 100)

Ergebnisse 1905.

I. Versuche mit Halmfrüchten.

Versuchsreihe 1: Versuch mit **Gerste** auf sandigem Lehmboden bei dem Landwirt Georg Wittmann in Dürnast, Gemeinde Vötting.

Digitized by Google

Grunddüngung für 1 ha: 70 kg Phosphorsäure als Superphosphat und 60 kg Kali als Kainit.

Differenzdüngung für 1 ha: 15 kg Stickstoff.

Gruppe	Differenzdüngung	Mittelerträge Körner	Mittelerträge Stroh	Mehr gegen stickstofffreie Düngung Körner	Mehr gegen stickstofffreie Düngung Stroh	Salpeter = 100, dann Ammon- und Kalkstickstoff =
1	—	12,25	18,49	—	—	—
2	Grunddüngung, ohne Stickstoff	14,24	19,14	—	—	—
3	Salpeter, eingeeggt	19,80	24,27	5,56	5,13	100,0
4	Ammonsulfat, eingeeggt . . .	19,10	23,46	4,86	4,32	87,4
5	**Kalkstickstoff**, eingeeggt . . .	20,00	27,43	5,76	8,29	103,6
6	Salpeter, untergepflügt . . .	20,01	25,06	5,77	5,92	100,0
7	Ammonsulfat, untergepflügt .	19,56	24,77	5,32	5,63	92,2
8	**Kalkstickstoff**, untergepflügt . .	19,48	24,50	5,24	5,36	90,8
9	Salpeter, aufgestreut . . .	20,65	25,32	6,41	6,18	100,0
10	Ammonsulfat, aufgestreut . .	18,03	23,21	3,79	4,07	59,1
11	**Kalkstickstoff**, aufgestreut . .	20,05	24,27	5,81	5,13	90,6

Versuchsreihe 2: Versuch mit **Gerste** auf sandigem Lehmboden bei der Gutsverwaltung Obergrashof, der Löwenbrauerei in München gehörig.

Grunddüngung für 1 ha: 70 kg Phosphorsäure als Superphosphat und 60 kg Kali als Kainit.

Differenzdüngung für 1 ha: 15 kg Stickstoff.

Gruppe	Differenzdüngung	Mittelerträge Körner	Mittelerträge Stroh	Mehr gegen stickstofffreie Düngung Körner	Mehr gegen stickstofffreie Düngung Stroh	Salpeter = 100, dann Ammon- und Kalkstickstoff =
1	—	7,71	14,08	—	—	—
2	Grunddüngung, **ohne Stickstoff**	12,31	19,23	—	—	—
3	Salpeter, eingeeggt	18,07	30,35	5,76	11,12	100,0
4	Ammonsulfat, eingeeggt . . .	17,43	24,56	5,12	5,33	88,9
5	**Kalkstickstoff**, eingeeggt . . .	18,18	26,85	5,87	7,62	101,9
6	Salpeter, untergepflügt . . .	18,54	24,35	6,23	5,12	100,0
7	Ammonsulfat, untergepflügt .	18,06	23,62	5,75	4,39	92,3
8	**Kalkstickstoff**, untergepflügt . .	18,44	24,77	6,13	5,54	98,4
9	Salpeter, aufgestreut . . .	19,88	26,97	7,57	7,74	100,0
10	Ammonsulfat, aufgestreut . .	16,46	21,64	4,15	2,41	54,8
11	**Kalkstickstoff**, aufgestreut . .	19,42	24,71	7,11	5,48	93,9

Digitized by Google

Versuchsreihe 3: Versuche mit Gerste auf Kalkkiesboden bei dem Landwirt Franz Lengl in Neufahrn bei Freising.

Grunddüngung für 1 ha: 80 kg Phosphorsäure als Thomasmehl und 60 kg Kali als Kainit.

Differenzdüngung für 1 ha: 30 kg Stickstoff.

Gruppe	Differenzdüngung	Mittelerträge		Mehr gegen stickstofffreie Düngung		Salpeter = 100, dann Ammon- und Kalkstickstoff =
		Körner	Stroh	Körner	Stroh	
1	—	14,77	21,70	—	—	—
2	Grunddüngung, ohne Stickstoff	17,71	25,16	—	—	—
3	Salpeter in 1 Gabe	24,84	38,31	7,13	13,15	100
4	Salpeter in 2 Gaben	25,66	40,05	7,95	14,89	100
5	Ammonsulfat in 1 Gabe . .	24,28	41,09	6,57	15,93	92,1
6	Ammonsulfat in 2 Gaben . .	22,48	39,02	4,77	13,86	60,0
7	Kalkstickstoff in 1 Gabe . . .	25,68	41,04	7,97	15,88	103,4
						(1malige Gabe = 100)
						100
						(2malige Gabe = 100)

Versuchsreihe 4: Versuch mit Gerste auf Lehmboden bei dem Landwirt Georg Braun in Hohenbachern, Gemeinde Vötting.

Grunddüngung für 1 ha: 80 kg Phosphorsäure als Superphosphat und 70 kg Kali als Kainit.

Differenzdüngung für 1 ha: 15 kg Stickstoff.

Gruppe	Differenzdüngung	Mittelerträge		Mehr gegen stickstofffreie Düngung		Salpeter = 100, dann Ammon- und Kalkstickstoff =
		Körner	Stroh	Körner	Stroh	
1	—	18,94	21,35	—	—	—
2	Grunddüngung, **ohne Stickstoff**	22,67	25,96	—	—	—
3	Salpeter	27,85	34,05	5,18	8,09	100,0
4	Ammonsulfat	27,41	33,00	4,74	7,04	89,6
5	**Kalkstickstoff**	27,69	34,04	5,02	8,08	96,9

Versuchsreihe 5: Versuch mit Gerste auf angeschwemmtem Mergelboden bei dem Landwirt Georg Spitzauer in Dürneck, Gemeinde Pulling.

Grunddüngung für 1 ha: 70 kg Phosphorsäure als Superphosphat und 50 kg Kali als Kainit.

Differenzdüngung für 1 ha: 15 kg Stickstoff.

Gruppe	Differenzdüngung	Mittelerträge		Mehr gegen stickstofffreie Düngung		Salpeter = 100, dann Ammon- und Kalkstickstoff =
		Körner	Stroh	Körner	Stroh	
1	—	19,68	23,69	—	—	—
2	Grunddüngung, **ohne Stickstoff**	21,34	24,60	—	—	—
3	Salpeter	29,47	31,09	8,13	6,49	100,0
4	Ammonsulfat	28,24	29,61	6,90	5,01	84,9
5	**Kalkstickstoff**	29,98	31,33	8,64	6,73	106,3

Versuchsreihe 6: Versuch mit **Hafer** auf mildem, humosem Lehmboden bei dem Landwirt Lorenz Jositz in Neuhausen, Gemeinde Thalhausen.

Grunddüngung für 1 ha: 70 kg Phosphorsäure als Superphosphat und 60 kg Kali als Kainit.

Differenzdüngung für 1 ha: 15 kg Stickstoff.

Gruppe	Differenzdüngung	Mittelerträge		Mehr gegen stickstofffreie Düngung		Salpeter = 100, dann Ammon- und Kalkstickstoff =
		Körner	Stroh	Körner	Stroh	
1	—	9,80	20,42	—	—	—
2	Grunddüngung, ohne Stickstoff	12,55	26,04	—	—	—
3	Salpeter in 1 Gabe	18,34	37,59	5,79	11,55	100,0
4	Salpeter in 2 Gaben . . .	19,08	38,03	6,53	11,99	100,0
5	Salpeter in 3 Gaben . . .	20,44	38,24	7,89	12,20	100,0
6	Ammonsulfat in 1 Gabe . .	15,14	32,06	2,59	6,02	44,7
7	Ammonsulfat in 2 Gaben . .	16,64	32,89	4,09	6,85	62,6
8	Ammonsulfat in 3 Gaben . .	17,89	35,45	5,34	9,41	67,7
9	Kalkstickstoff	17,83	35,65	5,28	9,61	91,2
						(1malige Gabe = 100)
						80,9
						(2malige Gabe = 100)
						66,9
						(3malige Gabe = 100)

Versuchsreihe 7: Versuch mit **Hafer** auf Niederungsmoorboden (im 1. Kulturjahr) auf einem Pachtfeld der Moorkulturstation Weihenstephan, in der Gemeinde Pulling.

Grunddüngung für 1 ha: 100 kg Phosphorsäure als Thomasmehl und 120 kg Kali als Kainit.

Differenzdüngung für 1 ha: 15 und 25 kg Stickstoff.

Digitized by Google

Gruppe	Differenzdüngung	Mittelerträge Körner	Mittelerträge Stroh	Mehr gegen stickstofffreie Düngung Körner	Mehr gegen stickstofffreie Düngung Stroh	Salpeter = 100, dann Ammon- und Kalkstickstoff =
1	—	1,16	2,10	—	—	—
2	Grunddüngung, **ohne Stickstoff**	10,93	17,33	—	—	—
3	15 kg Stickstoff als Salpeter .	19,25	27,91	8,32	10,58	100,0
4	25 kg Stickstoff als Salpeter 1mal gegeben	21,77	42,02	10,84	24,69	100,0
5	Desgl. 2mal gegeben . . .	22,88	41,43	11,95	24,10	100,0
6	15 kg Stickstoff als schwefelsaures Ammoniak	17,00	28,51	6,07	11,18	73,0
7	25 kg Stickstoff als schwefelsaures Ammoniak 1mal gegeben	18,91	40,13	7,98	22,80	73,6
8	Desgl. 2mal gegeben	18,80	43,24	7,87	25,91	65,9
9	15 kg Stickstoff als **Kalkstickstoff**	16,91	26,52	5,98	9,19	71,9
10	25 kg Stickstoff als **Kalkstickstoff**	18,53	41,20	7,60	23,87	70,1 (1malige Gabe = 100) 63,6 (2malige Gabe = 100)

Aus den Versuchen des Jahres 1905 mit Sommerhalmfrüchten sind kurz folgende Schlüsse zu ziehen:

Versuch 1. Der Kalkstickstoff ist „eingeeggt" dem Salpeter in der Wirkung gleich. Das schwefelsaure Ammoniak blieb hinter beiden zurück (kalkhaltiger Lehmboden; ½ % kohlensaurer Kalk).

Versuch 2. Der Kalkstickstoff ist „eingeeggt" dem Salpeter gleichwertig, auch „untergepflügt" demselben fast gleich, das Ammonsulfat wirkte in beiden Fällen weniger gut. Auch „aufgestreut" kam der Kalkstickstoff dem Salpeter ziemlich nahe, während das schwefelsaure Ammoniak eine wesentlich geringere Wirkung ausübte. (Boden kalkreich.)

Versuch 3. Der Kalkstickstoff war dem Salpeter gleichwertig, das schwefelsaure Ammoniak brachte, insbesondere bei der Verteilung auf zwei Gaben, einen viel geringeren Erfolg. (Kalkreicher Kiesboden.)

Versuch 4. Der Kalkstickstoff kam dem Salpeter in der Wirkung ziemlich nahe, das schwefelsaure Ammoniak blieb im Erfolg hinter beiden zurück. (Boden mit 0,32 % Calciumkarbonat.)

Versuch 5. Der Kalkstickstoff übertraf in der Wirkung den Salpeter; das schwefelsaure Ammoniak brachte einen geringeren Mehrertrag als Salpeter und Kalkstickstoff. (**Kalkreicher** Boden.)

Versuch 6. Der Kalkstickstoff blieb hinter dem Salpeter zurück, insbesondere wenn der letzte auf drei Gaben verteilt wurde. Das schwefelsaure Ammoniak brachte die geringsten Mehrerträge. (Kalkhaltiger humoser Lehmboden; mit 1,20 % kohlensaurem Kalk.)

Versuch 7. Der Kalkstickstoff wirkte ungefähr gleich dem schwefelsauren Ammoniak; gegenüber dem Salpeter (= 100) war ihre Wirkung etwa 70. (Kalkreicher Niederungsmoorboden im 1. Kulturjahre.)

Für alle 7 Versuche ist gemeinsam zu bemerken, daß Vergiftungserscheinungen an den Pflanzen nicht auftraten.

II. Versuche mit Hackfrüchten.

Versuchsreihe 8: Versuch mit **Kartoffeln** auf anmoorigem Boden (mit fast 20 % organischer Substanz) bei der Gutsverwaltung Obergrasdorf, der Löwenbrauerei in München gehörig.

Grunddüngung für 1 ha: 90 kg Phosphorsäure als Thomasmehl und 80 kg Kali als 40%iges Kalidüngesalz.

Differenzdüngung für 1 ha: 25 kg Stickstoff.

Ertrag an reinen Kartoffelknollen in Doppelzentnern von 1 ha oder in Kilogrammen von 1 a:

Gruppe	Differenzdüngung	Mittelerträge	Mehr gegen stickstofffreie Düngung	Salpeter = 100, dann Ammon- und Kalkstickstoff =
1	—	121,68	—	—
2	Grunddüngung, **ohne Stickstoff**	144,01	—	—
3	Salpeter, eingeeggt	176,84	32,83	100,0
4	Ammonsulfat, eingeeggt . . .	167,61	23,60	71,9
5	**Kalkstickstoff, eingeeggt** . . .	173,44	29,43	89,9
6	Salpeter, untergepflügt . . .	188,63	44,62	100,0
7	Ammonsulfat, untergepflügt .	178,01	34,00	76,2
8	**Kalkstickstoff, untergepflügt** . .	180,95	36,94	82,8
9	Salpeter, aufgestreut . . .	196,11	52,10	100,0
10	Ammonsulfat, aufgestreut . .	172,91	28,90	55,5
11	**Kalkstickstoff, aufgestreut** . .	179,31	35,30	67,8

Versuchsreihe 9: Versuch mit **Kartoffeln** auf Lehmboden bei dem Landwirt Gg. Wittmann in Dürnast, Gemeinde Vötting.

Grunddüngung für 1 ha: 70 kg Phosphorsäure als Superphosphat und 60 kg Kali als 40%iges Kalidüngesalz.

Differenzdüngung für 1 ha: 25 kg Stickstoff.

Digitized by Google

Ertrag an reinen Kartoffelknollen in Kilogrammen auf 1 a oder in Doppelzentnern auf 1 ha:

Gruppe	Differenzdüngung	Mittelerträge	Mehr gegen stickstofffreie Düngung	Salpeter = 100, dann Ammon- und Kalkstickstoff =
1	—	115,13	—	—
2	Grunddüngung, ohne Stickstoff	127,96	—	—
3	Salpeter, eingeeggt	186,93	58,97	100,0
4	Ammonsulfat, eingeeggt . . .	165,60	37,64	63,8
5	Kalkstickstoff, eingeeggt . . .	171,28	43,32	73,5
6	Salpeter, untergepflügt . . .	177,92	49,96	100,0
7	Ammonsulfat, untergepflügt .	162,35	34,39	68,8
8	Kalkstickstoff, untergepflügt . .	167,93	39,97	80,0
9	Salpeter, aufgestreut	184,95	56,99	100,0
10	Ammonsulfat, aufgestreut . .	160,01	32,05	56,2
11	Kalkstickstoff, aufgestreut . .	159,45	31,49	55,3

Aus all diesen Versuchen geht hervor, daß der Stickstoffkalk ein sehr wirksames Stickstoffdüngemittel ist, dessen Anwendung unter den gegenwärtigen Preisverhältnissen zweifellos nur empfohlen werden kann.

Böttcher-Möckern berichtet über Versuche, welche von ihm in Gefäßen und im freien Felde bei Hafer angestellt wurden [1]).

Bei den Gefäßversuchen, zu denen sandiger Lehmboden benützt wurde, fand Böttcher ein Wirkungsverhältnis von 88 : 100 [2]), wenn man dem Gefäß 0,25 g Stickstoffkalkstickstoff 10 Tage vor der Aussaat gab; ein Wertverhältnis von *90* : 100, wenn man *0,5* g Stickstoff in Form von Stickstoffkalk die gleiche Zeit vor der Aussaat verabfolgte.

Die Resultate des Feldversuches, bei dem ebenfalls sandiger Lehmboden vorlag, waren im Mittel von zwei Parallelparzellen:

	Ertrag an lufttrockener Substanz in kg pro 1 a		Mehr an lufttrockener Substanz durch die Stickstoffdüngung in kg pro 1 a	
	Körner	Stroh	Körner	Stroh
Ohne Stickstoffdüngung	20,34	41,16	—	—
1 kg Chilisalpeter . .	23,76	42,24	3,42	1,08
2 kg Chilisalpeter . .	25,24	49,89	4,90	8,73
728,8 g Kalkstickstoff .	23,46	50,29	3,12	9,13
680 g Stickstoffkalk . .	22,89	50,24	2,55	9,08

[1]) Deutsche Landw. Presse 1906 S. 289, 290 und: Sächsische Landw. Zeitschrift 1906 S. 982—984.

[2]) Salpeterwirkung = 100 gesetzt.

Stutzer-Königsberg führte in großen Vegetationsgefäßen ebenfalls vergleichende Düngungsversuche mit Stickstoffkalk aus [1]). Der Boden war ein etwas schwerer, sandhaltiger Lehm, der seit vielen Jahren eine Düngung nicht erhalten hatte. Kali und Phosphorsäure wurden reichlich zugeführt.

Außerdem erhielt der Boden eine entsprechende Gabe von kohlensaurem Kalk beigefügt, um etwaige Nebenwirkungen des in dem neuen Düngemittel enthaltenen Kalkes nicht zum Ausdruck kommen zu lassen.

Jeder Versuch wurde 3mal ausgeführt. Die Zahlen beziehen sich auf die Ernte aus je drei Gefäßen.

Als Versuchsfrucht diente Petkuser Roggen. Nach der Ernte wurden die Stoppeln und Wurzeln herausgerissen, der Boden für eine Nachsaat von Senf vorbereitet, dieser am 18. August gesät und am 11. Oktober, zur Zeit der vollen Blüte, geerntet. In den Ernteprodukten wurde die Menge der Trockensubstanz und des Stickstoffs ermittelt.

Der Versuch hatte folgende Ergebnisse:

Nummer	Stickstoff-Düngung für jedes Gefäß	Trockensubstanz der Ernte			Trockensubstanz im ganzen
		Roggen		Nachfolgender Senf	
		Körner g	Stroh g	g	g
1	Kein Stickstoff	71,27	91,93	27,14	190,34
2	0,5 g Stickstoff als Natronsalpeter	81,27	102,82	32,12	216,21
3	0,5 g Stickstoff als Ammonsulfat	92,33	112,46	30,76	235,55
4	0,5 g Stickstoff als **Kalkstickstoff**	**81,57**	**110,03**	**34,61**	**226,21**
5	1,0 g Stickstoff als Natronsalpeter	90,37	120,50	31,28	242,15
6	1,0 g Stickstoff als Ammonsulfat	98,95	111,12	33,18	243,25
7	1,0 g Stickstoff als **Kalkstickstoff**	**90,79**	**123,73**	**28,23**	**252,75**
8	1,5 g Stickstoff als Natronsalpeter	108,75	140,34	28,14	277,23
9	1,5 g Stickstoff als Ammonsulfat	95,05	107,10	34,63	236,78
10	1,5 g Stickstoff als **Kalkstickstoff**	**91,26**	**119,03**	**36,57**	**246,68**

Die Wirkung der Calciumcyanamids ist also eine recht günstige gewesen.

Auch von H. G. Söderbaum-Stockholm liegen mehrere Versuche vor, die teils in Gefäßen, teils im freien Felde ausgeführt wurden [2]).

[1]) Landwirtschaftliche Versuchsstationen Bd. 65 Heft 3 u. 4 1906 S. 275—282.

[2]) Meddelanden fran. kungl. landtbruks-akademiens Experimentalfält Nr. 85. Kungl. sv. landtbruks-akademiens tidskrift. Stockholm 1904, S. 1—27. Referat: Biedermanns Zentralblatt für Agrikulturchemie 1906 S. 222—228.

Der eine Gefäßversuch mit Hafer ergab eine Wirkung von 75 %, während bei einem zweiten, welcher in größeren Gefäßen ausgeführt wurde, die Wirkung des Stickstoffkalks der des Chilisalpeters sehr nahe kam.

Bei einem Feldversuch auf Wäsby (in der Landschaft Upland), bei dem gleichfalls Hafer als Versuchsfrucht diente, waren die relativen Ertragssteigerungen:

In Form von	15 kg Stickstoff pro ha		30 kg Stickstoff pro ha	
	Körner	Stroh	Körner	Stroh
Chilisalpeter	100	100	100	100
Kalksalpeter	113,8	132,0	94,4	104,0
Stickstoffkalk	78,5	81,1	98,9	106,0

Zielstorff-Insterburg[1]) berichtet über einen Topfversuch mit Senf, den er in Hohenheim ausführte.

Die Wirkung des Salpeters = 100 gesetzt, fand er eine solche von Stickstoffkalk

bei späterer Gabe von 88,4,
„ früherer „ „ 92,8.

Mit derselben Versuchsfrucht wurden die Untersuchungen angestellt, welche Steglich-Dresden mitteilte[2]).

Es lag ein sandiger Lehmboden vor. Der Dünger wurde am 8. Juli gleichmäßig 5 cm tief untergebracht, und 7 Tage später wurden die Parzellen mit weißem Senf besät. Die Saat lief mit Ausnahme der Stickstoffkalkparzellen gut und gleichmäßig auf. Hier gingen nur einzelne Pflänzchen auf, die aber bald wieder abstarben. 17 Tage nach der Düngung wurde deshalb eine zweite Aussaat vorgenommen, die auf allen Parzellen gleichmäßig und gut auflief und folgendes Ernteresultat ergab:

Düngung	Durchschnittsernte pro Ar in Kilogrammen
Ohne Stickstoff . . .	52,40
Stickstoffkalk . . .	**67,16**
Ammonsulfat . . .	61,88
Chilisalpeter . . .	55,00

[1]) Illustrierte Landw. Zeitung 1904 S. 1103, 1104. Vergl. ferner: Württembergisches Wochenblatt für Landwirtschaft 1904 Nr. 48.

[2]) Tätigkeit der Versuchsstation Dresden 1903 S. 12.

Die hier erheblich bessere Wirkung des Stickstoffkalks führt Steglich darauf zurück, daß alsbald nach der Düngung sehr starke Gewitterregen niedergingen, durch welche Salpeter und Ammoniak in tiefere Bodenschichten gewaschen wurden, während der zu dieser Zeit noch nicht umgewandelte Stickstoff des Stickstoffkalks unberührt blieb.

Auch Heinrich-Rostock hat Versuche mit den neuen Stickstoffdüngern angestellt. Weitere Untersuchungen sind im Gange. Von den bisherigen Resultaten soll nachstehendes hier wiedergegeben werden:

Düngung	0,5 g Stickst. Mittel von 4 Versuchen g	1,0 g Stickst. Mittel von 4 Versuchen g	1,5 g Stickst. Mittel von 4 Versuchen g
Grunddüngung ohne Stickstoff	12,5	11,5	13,0
„ mit Chilisalpeter	134,0	176,5	202,0
„ „ Kalkstickstoff (Berlin) . .	133,0	121,5	120,0
„ „ schwefelsaurem Ammoniak	203,5	263,0	267,5
„ „ Stickstoffkalk (Westeregeln)	131,5	138,0	136,5

Der bekannte französische Agrikulturchemiker Grandeau gab bei seinen Feldversuchen mit Kartoffeln und Gerste auf 1 ha 45 kg Stickstoff in Form von Stickstoffkalk, von Salpeter und von Ammoniak, 8—14 Tage vor der Saat, und erzielte bei Kartoffeln einen Erfolg von 95 : 100 : 97, bei Gerste kam die Wirkung nur der des Ammoniaks nahe [1]).

Bei ganz abnorm hohen Gaben — bis 12 dz Stickstoffkalk pro Hektar! — beobachtete Mayer-Wageningen bei Gefäßversuchen mit Roggen und Hafer auf armem Sandboden starke Schädigungen der Keimkraft und Vergiftungserscheinungen an den kultivierten Pflanzen [2]).

Hall-Cambridge stellte Versuche mit Dickwurz, Kohlrüben und Senf an [3]). Er glaubt es unbestimmt lassen zu müssen, ob der Stickstoffkalk dem schwefelsauren Ammoniak vorzuziehen sei.

Sjollema-Groningen teilt mit, daß der Stickstoffkalk, 14 Tage

[1]) Journal d'Agriculture Pratique 1906 Nr. 1. Vergl. auch: Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft 1906 S. 45. Aufsatz von Dr. M. Hoffmann-Berlin.

[2]) Landb. Tijdschrift 1904 S. 358.

[3]) Journal of Agric. Science I S. 146.

Digitized by Google

vor Aussaat auf Poldergrund zu Hafer gegeben (für 1 ha 22,5 kg Stickstoff), vorzüglich gewirkt habe [1]).

Wenn Chilisalpeter = 100 gesetzt wird, war die Zahl für Stickstoffkalk = 103,5. Ein ähnlich günstiges Verhältnis kam unter anderem auch für die Düngewirkung bei Zuckerrüben auf Sandboden zu stande (für 1 ha 35 kg Stickstoff, 14 Tage vor dem Legen der Kerne gegeben).

Die interessanten Untersuchungen von v. Seelhorst und Müther-Göttingen [2]) beschäftigen sich ebenso wie die von Remy-Bonn [3]) vorwiegend mit allgemeineren Seiten der vorliegenden Frage und haben an anderer Stelle bereits Würdigung gefunden. Dasselbe gilt von den wertvollen Beiträgen, welche B. Schulze-Breslau geliefert hat [4]), und von den Mitteilungen von Rößler-Berlin [5]).

Von dem letzteren liegen noch zwei Feldversuche vor, die wir nicht übergehen wollen. Dieselben wurden auf Veranlassung von Remy im Jahre 1904 ausgeführt. Versuchsfrucht war Roggen.

I. Dahlem-Versuchsfeld.

Parzelle Nr.	Stickstoffdüngung für 1 ha in kg	Ernte vom ha in dz		Stickstoffgehalt in der Trockensubstanz der Körner
		Körner	Stroh	%
1	Ohne Stickstoff	30,8	57,1	1,37
2	40 kg Stickstoff als Salpeter (10 kg davon zur Saat, Rest im Frühjahr)	38,1	70,8	1,45
3	40 kg Stickstoff als Ammonsulfat (10 kg davon zur Saat, Rest im Frühjahr)	32,1	59,7	1,28
4	40 kg Stickstoff als Blutmehl (ganz zur Saat)	28,4	55,3	1,25
5	40 kg Stickstoff als **Kalkstickstoff** (ganz zur Saat)	31,0	60,2	1,45
6	40 kg Stickstoff als **Kalkstickstoff** (10 kg davon zur Saat, Rest im Frühjahr)	32,3	61,8	1,37

[1]) „Cultura“ 1906 Nr. 209 S. 23.

[2]) Journal für Landwirtschaft Bd. 53 1905 S. 329—356.

[3]) Landwirtschaftliche Jahrbücher Bd. 35 IV. Ergänzungsband: „Arbeiten der Landw. Akademie Bonn-Poppelsdorf.“

[4]) Fühlings Landw. Zeitung 1905 S. 817—822 u. 1907 (5. Heft vom 1. März).

[5]) Illustrierte Landw. Zeitung 1905 S. 311—314.

Digitized by Google

II. Berliner Versuchsfeld.

Parzelle Nr.	Stickstoffdüngung für 1 ha in kg	Garbengewicht für 1 ha in dz	Stickstoffgehalt in der Trockensubstanz der Körner %
1	Ohne Stickstoff	40,0	1,66
2	43 kg Stickstoff als Salpeter (10 kg zur Saat, Rest im Frühjahr)	65,1	2,32
3	43 kg Stickstoff als Ammonsulfat (10 kg zur Saat, Rest im Frühjahr)	56,7	2,01
4	43 kg Stickstoff als **Blutmehl** (ganz zur Saat)	48,4	1,97
5	43 kg Stickstoff als **Kalkstickstoff** (ganz zur Saat)	41,1	1,95
6	43 kg Stickstoff als **Kalkstickstoff** (10 kg zur Saat, Rest im Frühjahr)	40,3	1,89

Von Knieriem — Versuchsstation Riga — wurde nachstehender Haferversuch ausgeführt [1]).

„Das Düngen mit Stickstoffkalk erfolgte im Mittel 10 Tage vor der Aussaat; das Pulver wurde 3—5 Zoll tief in den Boden gebracht. Die verhältnismäßig gute Ernte ergab folgende Resultate:

	Korn	Stroh
Hafer ungedüngt	278 Pfd.	952 Pfd.
„ mit Thomasmehl und Kainit	283 „	1255 „
„ „ „ „ „ und Chilisalpeter .	421 „	2144 „
„ „ „ „ „ „ **Kalkstickstoff** .	457 „	2311 „

Hieraus geht hervor, daß der Kalkstickstoff ein Düngemittel ist, für dessen Anwendungsmöglichkeit nur der Preis den Ausschlag gibt. Nach der vorliegenden Berechnung scheint es durchaus möglich, daß der Stickstoffkalk in der Landwirtschaft eine große Rolle spielen wird, wahrscheinlich eine größere, als sie der künstlichen Salpetersäure beschieden sein wird. Bei dieser ist bis jetzt noch immer der Übelstand vorhanden, daß sie salpetrige Säure enthält, welche für die Pflanzen ein Gift ist."

---

[1]) Rigasche Ind. Z. 1906 Bd. 12 S. 204 und Dr. M. P. Neumann, „Neue Erfahrungen über die Düngung mit Stickstoffkalk", Magdeburg 1906 S. 15, 16.

F. Walta, Agronom des agronomischen Bureaus zur Verbreitung rationeller Kunstdüngung in Rußland, St. Petersburg, stellte mit Hafer nachstehenden Versuch an [1]).

Die Größe der Versuchsparzellen betrug 100 Quadratfuß, alle Parzellen wurden am 7. Mai 1905 gedüngt, wonach am 10. Mai die Aussaat erfolgte; abgeerntet wurde der Hafer am 28. Juli 1905.

Ernteerträge pro Parzelle (Mittel zweier Versuche).

Düngung	Korn und Stroh g	Korn g	Stroh g	Volumgewicht	Stickstoff in Prozent (Korn)
Ungedüngt	1230	278	952	79,0	1,67
Thomasschlacke 456 g, Kainit 456 g	1438	283	1115	80,5	1,74
Thomasschlacke 456 g, Kainit 456 g, Chilisalpeter 136 g	2562	421	2141	83,0	1,83
Thomasschlacke 456 g, Kainit 456 g, **Kalkstickstoff** 96 g	2768	457	2311	83,0	1,88

Während der ganzen Vegetationsdauer war kein wesentlicher Unterschied zwischen den mit Kalkstickstoff gedüngten Parzellen und den Chilisalpeter-Parzellen zu bemerken. Auf den mit Kalkstickstoff gedüngten Parzellen schienen die Pflanzen um ein Geringes üppiger zu sein, als auf den mit Chilisalpeter gedüngten.

W. J. Karpinicki-Jezowka berichtet gleichfalls über einen Haferversuch mit Salpeter und Kalkstickstoff [2]).

Er erhielt folgende Resultate:

[1]) Vergl. Gg. Erlwein, „Fixierung des Luftstickstoffs in Form von Kalkstickstoff, Verwendung des Kalkstickstoffs als Düngemittel und einige neuere damit erzielte Düngungsresultate". Erweiterter Sonderabdruck eines Vortrages, erschienen in Nr. 29 u. 30 der Zeitschrift „Saaten-, Dünger- und Futtermarkt", Jahrg. 1906 S. 8.

[2]) Vergl. Erlwein a. a. O. S. 8; ferner Gazeta Polniczka Nr. 37.

Digitized by Google

Düngung	Geerntet pro Parzelle in Pfund			Geerntet pro Morgen durchschn. in Zentnern		
	Stroh	Spreu	Korn	Stroh	Spreu	Korn
Ungedüngt	290	28	160	34,8	3,4	20,0
Kalisalz und Thomasmehl	312	46	198	37,4	5,5	24,7
Salpeter, Kalisalz und Thomasmehl	388 400	44 34	242 240	49,2	4,6	31,1
Kalkstickstoff, Kalisalz u. Thomasmehl	404 380	20 26	248 254	49,0	3,0	31,4
Ledermehl, Kalisalz und Thomasmehl	272	26	196	34,0	3,2	24,5

James Hendrick-Aberdeen (England) erzielte bei Hafer[1]):

Düngung	Ernte pro acre in Lb	
	Korn	Stroh und Spreu
1. Ohne Düngung	3580	3800
2. Grunddüngung Superphosphat und Kali	3580	4260
3. „ + 2 kg Ammonsulfat	3940	4480
4. „ + 2 kg Chilisalpeter	3790	4730
5. „ + 2 kg **Kalkstickstoff**	3950	4670

Ein Haferversuch von Vezzani Vittorino in Mailand ergab[2]):

Düngung	Durchschnittliche Ernte pro Hektar	
	Korn dz	Stroh dz
Parzelle I und VIII mit **Kalkstickstoff**	32,30	80,00
„ IV und VII mit Chilisalpeter	30,40	88,07
„ II und V mit Ammonsulfat	29,53	73,81
„ III und VI ohne Stickstoffdüngung	21,23	61,53

Interessante Beobachtungen liegen von Ed. Hotler und R. Skazil-Graz vor[3]). Als Versuchsfrucht diente Hafer.

[1]) Vergl. Erlwein a. a. O. S. 8 und James Hendrick, The properties and use of the new nitrogenous manure Calcium Cyanamide; Glasgow 1907 S. 20.

[2]) Vergl. Erlwein a. a. O. S. 9.

[3]) Vergl. Erlwein a. a. O. S. 8.

Digitized by Google

Parzelle	Hafer Düngung pro Hektar	Ertrag pro Hektar		Mehrertrag gegen ungedüngt		Anmerkung
		Körner kg	Stroh kg	Körner kg	Stroh kg	
I	Ungedüngt	1357	3480	—	—	Größe d. Versuchsparzellen je 250 qm. Die Stickstoffdüngemittel enthielten laut Analyse: Chilisalpeter: 15,79 % Stickstoff, Kalkstickstoff: 20,21 % Stickstoff, Blutmehl 13,16 % Stickstoff, schwefelsaures Ammoniak 20,19 % Stickstoff. Es wurde auf Parzelle III, IV, V u. VI überall die gleiche Stickstoffmenge gegeben (30 kg Stickstoff pro Hektar).
II	200 kg 40%ig. Kalidüngesalz 400 „ Superphosphat	1646	4080	289	600	
III	190 „ Chilisalpeter 200 „ 40%ig. Kalidüngesalz 400 „ Superphosphat	1780	4240	423	760	
IV	148 „ schwefelf. Ammoniak 200 „ 40%ig. Kalidüngesalz 400 „ Superphosphat	1805	4830	448	1350	
V	228 „ Blutmehl 200 „ 40%ig. Kalidüngesalz 400 „ Superphosphat	1680	3680	323	200	
VI	148 „ **Kalkstickstoff** 200 „ 40%ig. Kalidüngesalz 400 „ Superphosphat	1935	4484	578	1004	

Der Boden des Versuchsfeldes war sandiger Lehm in guter Kultur. Als Vorfrucht trug das Feld:

1903 Winterkorn mit Buchweizen als Nachfrucht,

1902 Kartoffeln,

1901 mit Stallmist gedüngte Futterrüben.

Der Hafer wurde am 24. Mai 1905 angebaut.

Die Düngemittel, miteinander gemischt, mit Erde vermengt, erst am 19. Mai 1905 als Kopfdüngung gegeben. Gleich nach der Düngung stellte sich ein ausgiebiger Regen ein. Einige Tage nach dem Ausstreuen der Düngemittel zeigten die mit Kalkstickstoff gedüngten Pflanzen gelbe Flecke, die auch das vorhandene Unkraut aufwies. Letzteres, besonders schnell die **Ackerdistel**, ging ein, während sich der Hafer im Verlaufe einer Woche erholte und die gelben Flecke verschwanden. Im Juni zeigte den besten Stand die Chilisalpeter-Parzelle, die aber bald durch die Kalkstickstoff-Parzelle eingeholt wurde. Ebenso entwickelte sich dann die Ammoniak-Parzelle.

J. Variska, Direktor der Landwirtschaftlichen Versuchsstation in Brünn, stellte einen Zuckerrübenversuch an und erhielt als Resultate[1]):

[1]) Vergl. Erlwein a. a. O. S. 10.

Düngung	Ergebnis pro Hektar	
	Rüben Zentner	Blätter Zentner
Ohne Düngung	337,25	142,25
Mit Ammonsulfat	376,00	156,83
Mit Chilisalpeter	375,50	167,70
Mit **Kalkstickstoff**	378,50	162,83

Der Kalkstickstoff hat sich also hier von gleicher Wirksamkeit gezeigt wie die beiden anderen Stickstoffdüngemittel.

Andrlik in Prag (Böhmen) erhielt bei Zuckerrüben[1]):

Düngung	Ergebnis pro Hektar	
	Rüben Zentner	Blätter Zentner
Ohne Düngung	359	351
Mit Chilisalpeter	378	375
Mit **Kalkstickstoff**	375,5	400

Auf dem Versuchsgut Dikopshof der Landwirtschaftlichen Akademie Bonn-Poppelsdorf wurde nachstehender Zuckerrübenversuch ausgeführt[2]):

Düngung	Ernte pro Hektar
Mit Chilisalpeter	389,1 Ztr.
Mit Ammonsulfat	375,3 „
Mit **Kalkstickstoff**	375,7 „

Also Ergebnis: Der Kalkstickstoff hat sich mit dem Ammonsulfat auf gleicher Höhe gehalten.

Interessant ist auch der Versuch des agrikulturchemischen Laboratoriums der k. k. böhmischen technischen Hochschule in Prag, den J. Jelinek mitteilt[3]).

Größe der Parzelle 10a.

	Rübenertrag	Zuckergehalt
I. Ungedüngt	27,9 dz	15,53 %
II. 61 kg Superphosphat, 35 kg Salpeter	28,1 dz	15,24 %
III. 61 kg Superphosphat, 32 kg Stickstoffkalk	30,3 dz	15,38 %

[1]) Vergl. Erlwein a. a. O. S. 10.

[2]) Vergl. Erlwein a. a. O. S. 9.

[3]) Vergl. Neumann a. a. O. S. 31.

Digitized by Google

F. H. Middleton in Cambridge experimentierte mit Kohl und Rüben[1]).

Düngung	Ernte pro Parzelle (= 40 a)	
	Kohl Zentner	Rüben Zentner
Ohne Stickstoffdüngung	187,5	—
Mit Kalkstickstoff	214,5	353,8
Mit Ammonsulfat	210,0	340,0
Mit Chilisalpeter	215,2	—
Mit Kalkstickstoff und Chilisalpeter	—	348,0
Mit Ammonsulfat und Chilisalpeter	—	308,2

Der Kalkstickstoff war hiernach den anderen Stickstoffdüngemitteln bei den Rüben überlegen und beim Kohl gleichwertig.

Beachtenswerte Ergebnisse lieferte ein von Fr. Krantz in Döbeln ausgeführter Versuch mit Runkelrüben[2]). Die nachstehende Tabelle bringt die Ergebnisse.

	Kalkstickstoff		Chilisalpeter	
	Rüben Zentner	Blätter Zentner	Rüben Zentner	Blätter Zentner
1. Eckendorfer, gelbe	2586,7	426,7	2100,0	313,3
2. Eckendorfer, rote	2266,7	338,7	1898,0	276,0
3. Leutewitzer, gelbe	2022,7	336,0	1783,0	334,7
4. Oberndorfer, gelbe	1966,7	410,0	1627,0	326,7
5. Mammoth Long Red	1887,3	433,3	1756,0	315,3
6. Futter-Zucker-Runkel	1789,3	472,7	1494,0	360,0

Die Parzelle ohne N 1402,0 Zentner Rüben und 426,3 Zentner Blätter.
(Menge N auf 1 ha 47,95 Pfund.)

Der Kalkstickstoff hat höhere Erträge geliefert als der Chilisalpeter.

Über einen Rübenversuch von Edler-Jena wurde bereits berichtet. Ein späterer Versuch soll hier angeschlossen werden[3]).

Grunddüngung: mittlere Stallmistgabe im Herbst; 2 Ztr. Kainit am 7. Februar 1905 und 1½ Ztr. Superphosphat am 17. März 1905

[1]) Vergl. Erlwein a. a. O. S. 10.
[2]) Vergl. Erlwein a. a. O. S. 4.
[3]) Vergl. Erlwein a. a. O. S. 4.

Digitized by Google

auf den Morgen. Größe der Versuchsteilstücke 123 qm einschließlich Streifen oder 33 qm für gelbe und 49 qm für rote Eckendorfer Runkeln. Von den 6 Teilstücken: 1 und 4 ungedüngt, 2 und 5 je 2,25 kg Kalkstickstoff und 3 und 6 je 2,90 kg Chilisalpeter, zur Hälfte nach Aufgang, zur Hälfte nach der ersten Hacke.

Resultate:

	Gelbe Eckendorfer Rüben (33 qm) kg	Rote Eckendorfer Rüben (49 qm) kg
1. Ungedüngt	232	281
2. Kalkstickstoff	238	351
3. Chilisalpeter	268	384
4. Ungedüngt	210	273
5. Kalkstickstoff	245	328
6. Chilisalpeter	251	367

Hier zeigte sich, im Gegensatz zu dem ersten Versuch, der Chilisalpeter überlegen, die Wirkung des Kalkstickstoffs war aber auch eine durchaus gute.

Daß Mais für eine Düngung mit Stickstoff sehr dankbar ist, weiß jeder, der sich mit der Kultur dieser Pflanze beschäftigt hat. Es lag daher der Gedanke, das Calciumcyanamid auch hier zu verwenden, besonders in jenen Ländern nahe, in denen ein großer Teil der landwirtschaftlich bebauten Fläche mit Mais bestellt wird.

Italien ist eines von diesen und die nachstehenden Versuchsergebnisse zeigen, daß der neue Stickstoffdünger auch bei Mais seine Schuldigkeit tut.

Tito Poggi, Direktor des landwirtschaftlichen Instituts in Verona, stellte im Jahre 1905 Versuche an[1]). Die Phosphor-Kalidüngemittel wurden am 19. April auf dem ganzen Felde verteilt und durch Eineggen unter die Erde gebracht.

Die Aussaat fand mit der Hand statt in Reihen von 80 cm Entfernung.

[1]) Vergl. Erlwein a. a. O. S. 10. Bedauerlicherweise enthält der Abdruck der italienischen Versuche eine Reihe von Ungenauigkeiten und Druckfehlern, welche die Verwendung dieses Materials sehr erschwert haben und veranlaßten, daß eine Reihe von Versuchen gänzlich ausgeschaltet wurden.

Digitized by Google

Resultate:

Nummer der Parzelle	Düngung pro Hektar	Ergebnis pro Hektar Körner dz	Fruchtboden dz	Hülsen dz	Stämme dz
1	Superphosphat 5 dz, Kaliumsulfat 1 „, Ammonsulfat 1 „ (bei der Aussaat) . . .	42,70	9,58	7,08	74,58
2	Superphosphat 5 dz, Kaliumsulfat 1 „, Ammonsulfat 1 „ (1/2 bei der Aussaat, 1/2 beim Anhäufeln der Erde) . . .	42,91	8,95	7,29	66,66
3	Superphosphat 5 dz, Kaliumsulfat 1 „, Ammonsulfat 0,5 „, Chilisalpeter 0,52 „ (beim Anhäufeln der Erde) . . .	42,91	9,37	7,70	75,00
4	Superphosphat 5 dz, Kaliumsulfat 1 „, **Kalkstickstoff** 1 „ (bei Aussaat) . . .	46,45	9,79	7,70	88,54
5	Superphosphat 5 dz, Kaliumsulfat 1 „, **Kalkstickstoff** 1 „ (1/2 bei der Aussaat, 1/2 beim Anhäufeln der Erde) . . .	48,33	10,0	7,70	80,20
6	Superphosphat 5 dz, Kaliumsulfat 1 „, Kalkstickstoff 0,5 „ (bei der Aussaat), Chilisalpeter 0,5 „ (beim Anhäufeln der Erde) . . .	46,04	9,58	8,33	72,12

Weitere Versuche stellte Angelo Menozzi auf der Mailänder agrikulturchemischen Station an[1]).

[1]) Vergl. Erlwein a. a. O. S. 10.

Digitized by Google

Ein Stück Land von 72 qm wurde am 7. März durch Umgraben vorbereitet und in 12 Abschnitte von je 6 qm geteilt.

Am 31. März wurden sämtliche Düngemittel gestreut und mit der Egge ausgebreitet, nur der Chilisalpeter der Parzellen 6 und 7 wurde bei vorgeschrittener Vegetation am 3. und 16. Juni bei Gelegenheit des Umgrabens gegeben. Die Phosphat-Kalidüngung wurde für die ganzen Parzellen mit Superphosphat 16/18 im Verhältnis von 4 pro Hektar und mit Kaliumsulfat im Verhältnis 1 : 5 pro Hektar gereicht. Die Parzellen 4—9 erhielten kein Kali. Die Aussaat fand am 12. April, die Ernte am 22. September statt.

Ergebnis:

Nummer der Parzelle	Stickstoffdüngung pro Hektar	Ergebnis, auf 1 Hektar bezogen		
		Körner dz	Stiele und Blätter dz	Fruchtboden dz
1 u. 12	—	35,00	70,00	17,50
2 u. 11	Ammonsulfat 1,50 dz .	39,31	77,50	17,50
6 u. 7	Chilisalpeter 2,00 dz .	36,82	80,00	18,75
5 u. 8	**Kalkstickstoff** 1,50 dz .	36,70	72,50	20,50
3 u. 10	Ammonsulfat 0,75 dz Chilisalpeter 1,00 dz	35,90	77,50	21,00
4 u. 9	Ammonsulfat 1,50 dz .	34,30	75,00	19,00

Das beste Resultat wurde mit Ammonsulfat erhalten, Kalkstickstoff und Salpeter wirkten gleich, eine Mischung von Ammonsulfat und Salpeter zeigte sich dem Kalkstickstoff überlegen.

Die landwirtschaftliche Versuchsstation Pisa stellte Versuche an mit Kalkstickstoff, Ammonsulfat, Chilisalpeter und Abtrittjauche bei Mais unter gleichzeitiger Zwischenpflanzung von Bohnen[1]).

Die Versuche wurden auf Parzellen von je 200 a (= 8 Morgen) ausgeführt. Über die Einzelheiten gibt nachstehende Zusammenstellung Aufschluß:

[1]) Vergl. Erlwein a. a. O. S. 11, 12.

Nr. d. Parzelle	Es wurden angewandt	Ertrag der Bohnen Stroh kg	Ertrag der Bohnen Körner kg	Ertrag der Bohnen Körner Liter	Maisertrag Spitzen und Blätter kg	Maisertrag Maisstengel kg	Maisertrag Deckblätter kg	Maisertrag Entk. Maiskolben kg	Maisertrag Körner kg	Maisertrag Körner Liter	Gewicht pro Hektoliter der Bohnen kg	Gewicht pro Hektoliter des Maises kg
1	**Kalkstickstoff** 300 kg .	500	600	800	2000	6450	1425	775	4415	5850	75,00	75,47
2	Ammoniumsulfat 300 kg	555	575	775	1500	5500	1275	725	4215	5675	74,19	74,27
3	Chilisalpeter 300 kg .	615	550	750	1500	5100	1275	700	4190	5650	73,33	74,15
4	Abtrittjauche 150 dz .	685	550	750	1750	5200	1250	725	4111	5550	73,33	74,14

Vittore Racah, Direktor der „Cattedra amb. d'Agricoltura di Siena" berichtet ebenfalls über einen Maisversuch [1]). Das Versuchsfeld, von Natur tonhaltig, kieselig, kalkig (alluvial), wurde durch Umgraben vorbereitet und in 8 Teile von je 100 qm geteilt. Der Kalkstickstoff wurde 10 Tage vor der Aussaat untergebracht, das Ammonsulfat und das Superphosphat während der Aussaat, und der Salpeter wurde beim Umgraben (16. Mai) und beim Aufhäufeln der Erde (24. Juni) gegeben. Am 1. Juni wurde das Feld vom Hagel getroffen. Die Ernte fand am 16. August und das Ausdreschen am 26. Oktober statt.

Resultate:

Nr. der Parzelle	Düngung der Parzelle (= 100 qm)	Mittleres Ergebnis der Parzelle kg Körner	Mittleres Ergebnis pro Hektar dz Körner
1 und 8	Superphosphat 4 kg . . . . **Kalkstickstoff** 1,5 kg	26	26
2 und 7	Superphosphat 4 kg . . . . Chilisalpeter 2 kg	23	23
3 und 6	Superphosphat 4 kg . . . . Ammonsulfat 1,5 kg	28	28
4 und 5	Ohne Stickstoffdüngung	9	—

Ammonsulfat gab hier bessere Erträge als Kalkstickstoff und Salpeter, doch war das Calciumcyanamid dem Salpeter überlegen.

Auch Dino Strazzi, Direktor der „Cattedra amb. di agricoltura" in Padua führte vergleichende Düngungsversuche bei Mais aus und teilte darüber folgendes mit [2]):

[1]) Vergl. Erlwein a. a. O. S. 12.

[2]) Vergl. Erlwein a. a. O. S. 10, 11.

1. Versuch in Legnaro auf gutem, mittlerem, sandigem Boden. Die 4 Parzellen von je 250 qm, die das Versuchsfeld darstellten, waren vorher mit Stallmist (mit Ausnahme der 1. Parzelle) und dann mit Thomasmehl und Kaliumsulfat gedüngt.

Resultate:

Nr. der Parzelle	Stickstoffdüngung pro Hektar	Dünger dz	Ernteerträge pro Hektar Stamm dz	Kolben dz	Kerngehäuse dz	Korn dz
1	Ohne Stickstoffdüngung	33,20	52,40	40,00	6,40	28,80
2	Salpeter 200 kg . .	37,40	62,92	38,30	7,04	29,04
3	Ammonsulfat 200 kg .	37,40	63,80	44,88	6,80	35,20
4	Kalkstickstoff 200 kg .	39,00	64,00	49,00	6,50	32,40

Nach dem Körnerertrag steht Ammonsulfat, nach dem Strohertrag Kalkstickstoff an erster Stelle, Chilisalpeter steht in diesem Versuch hinter Ammonsulfat und Kalkstickstoff.

2. Versuch in Mestrino auf sandigem Boden, der arm an organischer Substanz und vorher mit Getreide bebaut war. Das Versuchsfeld wurde in 4 Parzellen von je 250 qm geteilt. Das Superphosphat, das Kali und das Ammonsulfat wurden vor der Aussaat in die Furchen gegeben, der Chilisalpeter zur Hälfte beim ersten, zur Hälfte beim zweiten Häufeln. Der Kalkstickstoff wurde allein, ohne Beimengung von Erde, kurz vor dem Einbringen der Saat ausgestreut.

Resultate:

Nr. der Parzelle	Stickstoffdüngung pro Hektar	Ergebnis pro Hektar Körner dz	Stämme dz	Mehrergebnis gegen nicht gedüngte Parzellen Körner dz	Stämme dz
1	Keine Stickstoffdüngung .	20,20	22,83	—	—
2	Chilisalpeter 200 kg. .	28,60	44,32	8,40	21,49
3	Kalkstickstoff 200 kg . .	27,32	35,10	7,12	12,27
4	Ammonsulfat 200 kg .	26,04	22,10	5,84	0,73

Schließlich sei noch ein Maisversuch erwähnt, den Alessandro Vivenza von der Versuchsanstalt der landwirtschaftlichen Hochschule in Perugia im Jahre 1905 angestellt hat[1]). Das Versuchsfeld wurde

[1]) Vergl. Erlwein a. a. O. S. 10.

Digitized by Google

in 2 Abschnitte geteilt, von denen jeder 2 Parzellen umfaße, eine mit Kalkstickstoff, die andere mit Chilisalpeter. Sowohl die Parzelle für Salpeter als diejenige für Kalkstickstoff wurden in üblicher Weise mit Phosphat- und Kalidüngemitteln gedüngt, und man erhielt:

	Parzelle I Kalkstickstoff	Parzelle II Chilisalpeter
	2,00 dz pro Hektar	2,50 dz pro Hektar
1. Abschnitt	28,61 „ Körner	24,70 „ Körner
2. „	33,92 „ „	34,08 „ „
Durchschnitt	31,26 dz Körner	29,39 dz Körner pro Hektar.

Eine Stickstoffzufuhr ist zweifellos auch für die Reiskulturen von Bedeutung. Welche Erfahrungen man hier mit Calciumcyanamid gesammelt hat, dafür geben die nachstehenden Versuche einige Belege.

Giovanni Alice, Direktor des landwirtschaftlichen Institutes in Lodi, stellte im Jahre 1905 einen Versuch an auf einem im 2. Jahre stehenden Reisfelde [1]). Vor der Aussaat wurde das ganze für den Versuch benutzte Areal in ortsüblicher Weise gedüngt. Der Acker erhielt Superphosphat in Mengen von 4,5 dz pro Hektar.

Das Calciumcyanamid wurde vor der Aussaat in den trockenen Boden eingebracht, das Ammonsulfat dagegen zusammen mit dem Superphosphat bei der ersten Bearbeitung.

Die beiden Stickstoffdüngemittel sind in gleicher Menge angewendet worden, das heißt in Mengen von 88 kg pro Hektar.

Die Resultate waren:

Parzelle mit Calciumcyanamid	63,28	dz Reis **pro Hektar**
„ mit Ammonsulfat	60,16	„ „ „ „
„ ohne Stickstoffdüngung	52,22	„ „ „ „

Irgendwelche unangenehmen Nebenwirkungen traten nicht auf.

Das gute Resultat, welches hier das Calciumcyanamid gegenüber Ammonsulfat als Stickstoffdünger ergeben hat, deckt sich mit den Ergebnissen, die Angelo Menozzi von der Kgl. landwirtschaftlichen Versuchsstation in Mailand erhalten hat [2]).

Beim ersten Versuche auf einem Reisfelde im 2. Jahre wurde das Feld in 3 Parzellen von 1968 qm geteilt. Auf dem ganzen Felde wurde eine Grunddüngung von 250 dz Stallmist und 8 dz Superphosphat pro

---

[1]) Vergl. Erlwein a. a. O. S. 12.

[2]) Vergl. Erlwein a. a. O. S. 12.

Hektar gegeben. Es wurde Rangoon-Reis ausgesät. Am 1. Juli, während der Reis in vollem Wachsen war, gab man nach der zweiten Bearbeitung der einen Parzelle 12 kg Kalkstickstoff, der zweiten 12 kg Ammonsulfat, die dritte blieb ohne Stickstoffdüngung.

Die Ernteerträge waren:

1. Parzelle	**(mit Calciumcyanamid)**	**64,22**	**dz Reis pro Hektar**
2. „	(mit Ammonsulfat)	58,68	„ „ „ „
3. „	(ohne Stickstoffdüngung)	51,42	„ „ „ „

Ein anderer Düngeversuch wurde auf einem 3jährigen Reisfelde desselben Gutes ausgeführt. Die Größe der Parzellen und die Düngung war dieselbe wie beim vorhergehenden Versuch.

Resultate:

1. Parzelle	(mit Kalkstickstoff)	41,92	dz pro Hektar
2. „	(mit Ammonsulfat)	41,92	„ „ „

Mit Hanf stellte Bonomi vom Kgl. technischen Institut in Udine Topfversuche an. Ihre Ergebnisse waren [1]):

Topf Nr.	1	mit Kalkstickstoff	56	g
„ „	3	„ „	44	„
„ „	11	„ „	49	„
„ „	13	„ „	46	„
„ „	17	„ „	45	„
„ „	19	„ „	50	„
		Summa	290	g
Topf Nr.	2	mit Ammonsulfat	44	g
„ „	8	„ „	45	„
„ „	14	„ „	46	„
„ „	16	„ „	42	„
„ „	18	„ „	45	„
„ „	20	„ „	41	„
		Summa	263	g

Also auch hier wirkte das Calciumcyanamid recht gut.

Wie von wissenschaftlicher Seite, so wurden auch von zahlreichen Praktikern Versuche mit dem neuen Stickstoffdünger angestellt. Die Ergebnisse sind leider meist nicht mit derselben Genauigkeit festgestellt worden, und so liegen zahlenmäßige Belege von praktischer

[1]) Vergl. Erlwein a. a. O. S. 12.

Digitized by Google

Seite in geringerem Maße vor, als auf Grund der erzielten Resultate **tatsächlich** geboten werden könnten.

Von einer Wiedergabe all jener Berichte, welche keine Gewichtsfeststellungen enthalten, nehmen wir Abstand und lassen an dieser Stelle nur noch die nachstehenden Versuche folgen:

Haferversuch (1906), ausgeführt von **Gremming jun.**, **Heberdorf**[1]).

Düngung pro Morgen:

Parz. I	2 Ztr. Kainit, 1 Ztr. Superphosphat,	1 Ztr. Salpeter,
„ II	2 „ „ 1 „ „	72 Pfd. schwefels. Ammoniak,
„ III	2 „ „ 1 „ „	1 Ztr. **Stickstoffkalk.**

Erträge pro Morgen:

auf Parzelle I (Chilisalpeter) . . .	29,68 Ztr. Stroh à 1.25 Mk.	16,38 „ Korn à 7.— „
„ „ II (Ammoniak) . .	32,17 „ Stroh	19,16 „ Korn
„ „ III (**Stickstoffkalk**) . .	**30,85 „ Stroh**	**18,65 „ Korn.**

Erträge in Geldwert pro Morgen:

mit Chilisalpeter . .	151,76 Mk.
„ Ammoniak . . .	174,33 „
„ Stickstoffkalk . .	169,11 „

„Der Versuch wurde auf lehmigem Sandboden ausgeführt. Der Stickstoffkalk ist 3 Tage vor der Körnersaat in den Boden gebracht. Ein schädlicher Einfluß auf die Keimung wurde nicht beobachtet. Der Hafer stand auf allen Parzellen gleich gut. Der Stickstoffkalk scheint allen anderen Stickstoffdüngern die Stange zu halten. Der Hafer nach Salpeter hätte wohl etwas mehr gegeben, hatte aber stellenweise Kraut. Auch bei Versuchen bekannter Landwirte hat sich der Stickstoffkalk gut bewährt; es ist jedoch nur nach dem Augenschein geschätzt worden."

Haferversuch (1905) von **Rauschning**, Rittergut **Taukitten** bei Wargen, Ostpreußen[2]).

Auf mittelschwerem Boden wurde nach Roggen als Vorfrucht geerntet an Hafer:

---

[1]) Vergl. **Neumann** a. a. O. S. 12.

[2]) Vergl. **Neumann** a. a. O. S. 15.

			Ertrag pro Hektar Korn	Stroh
Parzelle I	ungedüngt		44,80 Ztr.	80 Ztr.
„ II	Thomasmehl	400 kg	49,84 „	104 „
	Kainit	400 „		
	Chilisalpeter	200 „		
„ III	Thomasmehl	400 „	57,60 „	96 „
	Kainit	400 „		
	Stickstoffkalk	160 „		

Die Ernte wurde dadurch stark beeinträchtigt, daß wegen des abnormen Regenwetters ein großer Teil der Körner ausfiel und der Hafer während der Vegetationsperiode besonders auf der Salpeterparzelle stark lagerte. Von einer Rentabilitätsberechnung soll daher in diesem Falle abgesehen werden, da diese zu weitgehend zu Gunsten des Stickstoffkalks verschoben werden würde. Augenscheinlich bleibt jedoch, daß bei günstigeren Erntebedingungen die Wirkung des Chilisalpeters der des Stickstoffkalks höchstens gleichgekommen wäre.

Auch in diesem Jahre hat der Versuchsansteller Chilisalpeter vergleichend mit Stickstoffkalk auf einem größeren Schlage angewendet; es wurde jedoch die Ernte nicht gewichtsgemäß festgestellt. „Der Augenschein sowohl beim stehenden Getreide als auch beim Erdrusch sprach außerordentlich zu Gunsten des Stickstoffkalks."

Roggenversuch (1906) von Roesicke, Rittergut Görsdorf bei Dahme [1]).

Bodenart: Lehmboden mit Kiesuntergrund.

Vorfrucht: Kartoffeln.

Düngung pro Hektar: 12 Ztr. Kainit, 10 Ztr. Thomasmehl.

Außerdem:

Parzelle II	2	Ztr.	**Stickstoffkalk als Kopfdüngung.**
„ III	2	„	Kalkstickstoff „ „
„ IV	2	„	schwefelsaures Ammoniak als Kopfdüngung.
„ V	2,64	„	Chilisalpeter als Kopfdüngung.

Der Dünger wurde folgendermaßen ausgestreut: Stickstoffkalk je 1 Ztr. am 21. Februar und am 26. Februar, Kalkstickstoff je 1 Ztr. am 27. Februar und am 3. März, Ammoniak 2 Ztr. am 26. Februar, Salpeter 1,6 Ztr. am 11. April, 1,04 Ztr. am 23. April. Die Dünge-

[1]) Vergl. Neumann S. 13, 14.

mittelmengen sind so gewählt, daß der Gehalt an Stickstoff (10 Pfd. pro Morgen) gleich war. Die Aussaat des Saatgutes (Petkuser 1. Verm.) erfolgte am 11. und 12. Oktober, die Ernte am 1. August.

Größe der Versuchsparzellen je 1 Morgen.

Der Versuch wurde doppelt ausgeführt.

Ertrag pro Hektar:	I. Versuch	II. Versuch
Parzelle I (ohne Stickstoff)	20,08 Ztr.	23,60 Ztr.
„ II (mit **Stickstoffkalk**)	**29,84** „	25,60 „
„ III („ Kalkstickstoff)	27,40 „	24,00 „
„ IV („ Chilisalpeter) . . .	30,00 „	29,76 „
„ V („ schwefels. Ammoniak) .	24,16 „	25,20 „
Mehrertrag pro Hektar:		
durch **Stickstoffkalk**	**9,76** Ztr.	2,00 Ztr.
„ Kalkstickstoff	7,32 „	1,40 „
„ Chilisalpeter	9,92 „	6,16 „
„ schwefelsaures Ammoniak	4,08 „	1,60 „

Im ersten Versuche haben Stickstoffkalk und Chilisalpeter am besten gewirkt und wirklich den Mehrertrag gebracht, der durch Stickstoffdüngung überhaupt zu erzielen ist. Im Versuch II ist die Stickstoffwirkung im allgemeinen eine geringe; der Chilisalpeter hat hier am meisten Wirkung gezeigt.

Kartoffelversuch von Rittergutsbesitzer Fr. Bannert-Krappitz [1]).

	Hektarertrag dz	Stärkegehalt in %	Stärkeertrag vom Hektar dz
Stickstoffkalk, eingekrümmert .	**203,00**	**12,2**	**24,76**
Ohne Versuchsdünger	177,00	13,3	23,54
Schwefelsaures Ammoniak . .	225,00	11,6	26,10
Chilisalpeter	197,50	11,4	22,51
Stickstoffkalk, ½ eingekrümmert, ½ als Kopfdüngung . . .	**149,50**	**11,6**	**17,34**
Schwefelsaures Ammoniak, ½ eingekrümmert, ½ als Kopfdüngung	212,00	11,9	25,22
Chilisalpeter, ½ eingekrümmert, ½ als Kopfdüngung . . .	224,50	11,9	26,71

[1]) Vergl. Jahrbuch der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft 1905.

Digitized by Google

Kartoffelversuch von Vibrans-Calvörde[1]).

42 kg Ammoniakstickstoff	278 dz	mit 15,4 %	Stärke
42 „ **Stickstoffkalk**-Stickstoff	272 „	„ 16,4 %	„
42 „ Ammoniakstickstoff	298 „	„ 16,4 %	„

Kartoffelversuch des Hofbesitzers Kohrs in Hörsten (Celle)[2]).

Boden: Sandboden. Größe der Parzellen: 5 a.

Düngung: Stallmist und je 2 kg Stickstoffkalk für alle Parzellen, außerdem

Parzelle I 12,50 kg Ammoniaksuperphosphat (9 : 9).
„ II 6,25 „ Superphosphat (18 %) und 20,5 kg **Stickstoffkalk.**
„ III 6,25 „ Superphosphat (18 %).

Ertrag in Zentnern pro Morgen:

Parzelle	I	122,15 kg
„	II	**152,57** „
„	III	120,25 „

Hier war auf Parzelle II (Stickstoffkalk) die Stickstoffwirkung während des ganzen Sommers sehr deutlich sichtbar. Trotz der starken Gabe von Stickstoffkalk auf Sandboden und obgleich der Stickstoffkalk erst am Tage der Kartoffelpflanzung eingeeggt und mit den Kartoffeln untergepflügt war, hat sich doch eine Schädigung der jungen Pflanzen oder der Keimung **nicht** bemerkbar gemacht. Obgleich dieser Versuch in der Anlage nicht korrekt ist, sind die Resultate doch sehr interessant.

Kartoffelversuch (1906) von Amtsrat Sarrazin, Dom. Altenhof[3]).

Boden: VI. Klasse.

Sorte: Prof. Maercker.

Düngung pro Hektar: kein Stallmist.
1,5 dz Stickstoffkalk (19 %)
oder 1,39 „ schwefelsaures Ammoniak (20,5 %).

Die Düngung erfolgte Anfang Mai, einige Tage vor dem Pflanzen. Stickstoffkalk wie Ammoniak wurden leicht eingeeggt.

[1]) Laut Bericht. Vergl. auch: Dr. M. Hoffmann, Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft 1906 S. 46.

[2]) Vergl. Neumann S. 19, 20 und: Hannoversche land- und forstwirtschaftliche Zeitung 1906 Nr. 47 S. 1119.

[3]) Vergl. Neumann a. a. O. S. 18, 19.

Ertrag pro Hektar ohne Stickstoff	. . . . .	152,6 dz
„ „ „ **mit Stickstoffkalk**	. . . .	**185,0** „
„ „ „ „ schwefelsaurem Ammoniak		168,0 „
Mehrertrag durch Stickstoffkalk	. . . . . .	**32,4** „
„ „ schwefelsaures Ammoniak	. .	15,4 „

Versuchsansteller hält es für zweckmäßig, die Versuche fortzusetzen.

Versuche mit Rüben. Rote Rüben, E. Lierke-Leopoldshall[1]).

Ertrag pro ha	Knollen	Blätter
ohne Stickstoff . . .	583,3 dz	309,0 dz
mit Stickstoffkalk . . .	**611,1** „	**427,1** „

Runkelrüben (derselbe).

Ertrag pro ha	Knollen	Blätter
ohne Stickstoff . . .	973,6 dz	297,2 dz
mit Stickstoffkalk . .	**1270,8** „	**326,4** „

Runkelrübenversuch von Rittergutsbesitzer F. Westmann-Greifitz (laut Bericht).

(Grundbüngung, Stallmist und Kaliphosphatdüngung.)

Chilisalpeter, einfache Menge . .	821	dz Runkelrüben pro Hektar
„ doppelte Menge . .	1237	„ „ „ „
Stickstoffkalk, mittlere Menge . .	**1042**	„ „ „ „
Ohne Stickstoff	945	„ „ „ „

Runkelrübenversuch von Rittergutsbesitzer B. Hoffmann-Silberfeld[2]).

	Rüben	Blätter	
Ohne Stickstoff . . .	591,48	72,40	dz pro Hektar
Mit 2 dz Stickstoffkalk .	**704,52**	**75,00**	„ „ „
Mit 2 dz Kalkstickstoff .	685,00	71,52	„ „ „
2,5 dz Chilisalpeter . .	730,00	76,00	„ „ „

Zuckerrübenversuch (1906) von Wenzel Havelka-Ronov b. Caslau[3]).

Versuchsanordnung: Entfernung der Reihen 45 cm, Länge der Reihen (Parzelle) 74 m, vorhergehende Frucht: Gerste.

Grundbüngung des ganzen Versuchsfeldes: Im Herbst mit Stall-

---

[1]) Vergl. Neumann a. a. O. S. 24.

[2]) Zeitschrift für vogtländische Landwirtschaft 1905 Nr. 26 S. 203. Vergl. ferner: Dr. M. Hoffmann, Mitteilungen der D. L. G. 1906 S. 46.

[3]) Vergl. Neumann a. a. O. S. 32.

mist ca. 300 q pro Hektar (ausnahmsweise auch) mit Knochenmehl 250 kg pro Hektar. Im Frühjahr vor dem Anbau mit Superphosphat 250 kg pro Hektar.

Der Stickstoffkalk wurde am 4. April, die Jauche am 30. April und 14. Mai, Chilisalpeter am 24. Mai gegeben. Die Rübe wurde am 14. April angebaut, am 20. Oktober geerntet und am 25. Oktober 1906 gewogen.

Nr. der Parzelle	Stickstoffdüngung im Frühjahre	Pro 1 ha	Größe der Fläche	Ernteertrag der Parzelle	Ertrag von 1 ha	Analyse (durchgeführt von der Akt.-Zuckerfabrik in Unter-Bucic) Anzahl d. Rüben	Sach.	Pol.	Q.	% Zucker	Regenniederfälle während der Vegetationsdauer	
		kg	qm	dz	dz		%	%				mm
1	—	—	366	14,60	399	10	18,7	15,66	83,74	14,6	April . .	10,1
2	**Stickstoffkalk**	250	366	15,60	426	6	22,4	19,28	86,07	17,9	Mai . .	102,9
3	Jauche . .	—	366	14,90	408	8	20,1	17,15	85,32	15,8	Juni . .	69,0
4	Salpeter .	300	333	15,20	456	5	21,0	17,90	85,24	16,5	Juli . .	36,0
5	Salpeter .	150	333	13,90	417	7	21,7	17,94	85,43	16,6	August .	53,0
6	—	—	333	13,60	408	12	21,7	18,28	84,24	17,0	September	155,0
7	Stickstoffkalk	250	333	14,20	426	10	20,3	17,61	86,74	16,4	Oktober .	21,7
8	Jauche . .	—	333	13,80	414	10	20,4	17,66	86,56	16,4	Summe	450,0
9	Salpeter .	300	300	13,40	447	10	20,7	17,44	84,39	16,2		
10	Salpeter .	150	300	12,50	417	8	20,8	17,61	84,66	16,4		

Zuckerrübenversuch von Rittergutsbesitzer Bannert-Krappitz (a. a. O.).

	Hektarertrag Rüben dz	Hektarertrag Blätter dz
Stickstoffkalk, eingekrümmert	382,50	195,00
Ohne Versuchsdünger	357,50	193,50
Schwefelsaures Ammoniak, eingekrümmert .	390,00	240,00
Chilisalpeter, eingekrümmert	431,25	249,50
Stickstoffkalk, ½ eingekrümmert, ½ als Kopfdüngung	**360,00**	**215,00**
Schwefelsaures Ammoniak, ½ eingekrümmert, ½ als Kopfdüngung	425,00	284,00
Chilisalpeter, ½ eingekrümmert, ½ als Kopfdüngung	455,00	292,50

Versuch mit Grünmais von Rittergutsbesitzer Bannert-Krappitz (a. a. O.).

	Hektarertrag dz
Stickstoffkalk, eingekrümmert	**680,00**
Ohne Versuchsdünger	610,60
Schwefelsaures Ammoniak, eingekrümmert	730,00
Chilisalpeter, eingekrümmert	750,00
Stickstoffkalk, 1/2 eingekrümmert, 1/2 als Kopfdüngung	**720,00**
Schwefelsaures Ammoniak, 1/2 eingekrümmert, 1/2 als Kopfdüngung	820,00
Chilisalpeter, 1/2 eingekrümmert, 1/2 als Kopfdüngung	860,00

Zuckerrübenversuch von Amtsrat Weßling-Westeregeln (laut Bericht).

3 dz **Stickstoffkalk** pro Hektar . . **339** dz Rüben pro Hektar
3 „ Chilisalpeter „ „ . . 344 „ „ „ „

Zuckerrübenversuch von Vibrans-Calvörde (a. a. O.).

42 kg Ammoniakstickstoff . 345,6 dz pro Hektar mit 18 % Zucker
42 „ **Stickstoffkalk-Stickstoff** **371,4** „ „ „ „ 16 1/2 % „
42 „ Ammoniakstickstoff . 344,0 „ „ „ „ 16,4 % „

Zuckerrübenversuch von Louis Sprengler-Mennewitz[1]).

Dieser Vergleichsversuch mit Chilisalpeter wurde auf schwerem Boden ausgeführt. Der Stickstoffkalk wurde eingekrümmert; der Chilisalpeter zur Hälfte zur Aussaat in den Boden gebracht, zur Hälfte als Kopfdüngung gegeben.

Düngung pro Hektar: 6 Ztr. Stickstoffkalk oder Chilisalpeter,
6 „ Superphosphat,
6 „ Kainit.

Ertrag pro Hektar: **nach Stickstoffkalk** . . 538 dz **Rüben**,
„ Chilisalpeter . . 516 „ „

Zuckerrübenversuch (1906), durchgeführt von der Zuckerfabrik David Bloch-Libau[2]).

Nr. der Parzelle	Versuchsfläche	Düngung			Ernteertrag der Versuchsparzelle	Ertrag von 1 ha	Zuckergehalt der Rübe	Zuckerertrag von 1 ha	Mehrertrag von Rübe von 1 ha	Mehrertrag von Zucker von 1 ha	
		Chilisalpeter	Stickstoffkalk	Superphosphat							
	qm	kg	kg	kg	kg	dz	%	dz	dz	dz	Der Stickstoffkalk wurde 14 Tage var dem Anbau d. Rübe eingeeggt, von Chilisalpeter wurde 1/3 b. Anbau, 2/3 als Kopfdünger gegeben.
1	2877	—	50	100	9960	346,21	17,00	58,85	45,90	8,40	
2	2877	50	—	100	8640	300,31	16,80	50,45	—	—	
3	2637	—	50	—	7420	281,68	18,30	51,55	21,54	3,59	
4	2637	50	—	100	6860	260,14	18,05	47,96	—	—	

1) Vergl. Neumann a. a. O. S. 24, 25.

2) Vergl. Neumann a. a. O. S. 31.

Die mit Stickstoffkalk gedüngte Zuckerrübe war gleich nach Aufgehen üppiger und stärker, als auf den mit Chilisalpeter gedüngten Parzellen.

Zuckerrübenversuch von Gremming jun.-Heberdorf[1]).

Boden: lehmiger Sand.

Vorfrucht: Hafer.

Grunddüngung: Stallmist und Superphosphat.

Vergleichsdüngung: Chilisalpeter, Stickstoffkalk je 1 Ztr. pro Morgen, schwefelsaures Ammoniak 72 Pfund pro Morgen.

Stickstoffkalk und schwefelsaures Ammoniak wurden einige Tage vor der Bestellung eingeeggt, Chilisalpeter zur Hälfte vor der Bestellung, zur Hälfte als Kopfdünger.

Erträge pro Morgen:

nach Chilisalpeter	197 Ztr.	mit 17,9 %	Zucker,
„ **Stickstoffkalk**	**215** „	„ **17,8 %**	„
„ schwefelsaurem Ammoniak .	220 „	„ 18,2 %	„

Die Rüben gingen gleichmäßig auf; eine Schädigung der Keimung wurde bei der Stickstoffkalkparzelle nicht beobachtet. Der Zuckergehalt wurde von der Zuckerfabrik Peine ermittelt.

Zwiebel-Felddüngungsversuch (1906) von Barkhausen, Domäne Marienstuhl[2]).

Boden: humoser, milder Lehm.

3 Versuchsparzellen: je 1 Morgen groß.

Düngung: alle 3 Parzellen im zeitigen Frühjahr je 2 Ztr. Superphosphat.

Parzelle I ohne Stickstoff,
„ II 2 dz Stickstoffkalk pro Hektar,
„ III 2 „ Chilisalpeter „ „

Der Stickstoffkalk wurde eingekrümmert, der Chilisalpeter 14 Tage nach dem Aufgang als Kopfdüngung gegeben.

Ertrag pro Hektar:

ohne Stickstoff	294 dz
mit Stickstoffkalk . . .	**396,8** „
„ Chilisalpeter . . .	388 „

Mehrertrag durch Stickstoffkalk 102,8 dz pro Hektar,
„ „ Chilisalpeter 94 „ „ „

[1]) Vergl. Neumann a. a. O. S. 25.

[2]) Vergl. Neumann a. a. O. S. 34, 35.

Erzielter Reinertrag pro Hektar:

durch Stickstoffkalk 234,6 Mk.

„ Chilisalpeter 212,0 „

Gurkendüngungsversuch (1906) von Köppe-Zerbst[1]).

Boden: humoser Sandboden.

Vorfrucht: Gemüse.

Düngung: im Vorjahre Stallmist. Kali 200 kg und Kalk 750 kg am 27. März. Superphosphat 200 kg, Stickstoffkalk 150 kg am 26. April.

			Erträge pro ha
Parzelle I	Volldüngung	**mit Stickstoffkalk** . .	261 dz
„ II	„	ohne Stickstoffkalk . .	191 „
„ III	„	„ Kali	188 „
„ IV	„	„ Phosphorsäure	232 „
„ V	„	„ Kalk	183 „
„ VI	ungedüngt	. . . .	158 „

Mehrertrag pro Hektar

durch Volldüngung **mit Stickstoffkalk** . . . **103** dz

„ „ ohne Stickstoffkalk nur . 33 „

Damit mag die Zahl der mitzuteilenden Versuche beschlossen sein.

1) Vergl. Neumann a. a. O. S. 35, 36.

VI. Schluß.

Es geht aus unseren Ausführungen deutlich hervor, daß der Stickstoffkalk eine Reihe von Eigenschaften besitzt, die wir bei den bekannten Düngemitteln nicht zu finden gewohnt sind. Seine äußere Erscheinung — ein staubendes, schlecht riechendes, schwarzes Pulver — und die hervorgetretenen pflanzenschädlichen oder doch wachstumshemmenden Wirkungen sind im stande, ein Mißtrauen auch gegen die guten Eigenschaften des neuen Düngemittels hervorzurufen.

Auch andere Kunstdüngemittel, vor allem der heute so beliebte Chilisalpeter, haben zu Beginn ihrer landwirtschaftlichen Verwendung Anlaß zu ähnlichem Mißtrauen gegeben; kann doch auch der Chilisalpeter, besonders leicht in trockener Zeit, eine hemmende und geradezu schädigende an Stelle der gewünschten fördernden Wirkung auf die Kulturpflanzen ausüben — kann doch ferner auch, wenn der Salpeter ohne genaue Kenntnis seiner Eigenschaften benutzt wird, eine recht mäßige oder schlechte Nährwirkung die Folge seiner Anwendung sein.

Mißtrauen ist, das zeigen heute zur Genüge die Ergebnisse zahlreicher Düngungsversuche, beim Stickstoffkalk nicht am Platze — wohl aber Vorsicht, noch größere Vorsicht, als man bei der Verwendung des Salpeters walten läßt. Der Landwirt muß sich mit den Eigenschaften des Stickstoffkalks erst genau bekannt machen, bevor er ihn anwendet, und dazu soll diese Schrift, die ohne jede Beschönigung die guten und die schlechten Seiten des Stickstoffkalks, wie man sie beobachtet hat, zu schildern sich bemüht, mithelfen. Hat es der Landwirt mit leichten Bodenarten zu tun und will er auch auf diesen das neue Düngemittel verwenden, so muß er selbst beobachten, am besten durch eine Vergleichsdüngung mit Chilisalpeter, wie sich der Stickstoffkalk auf seinem Acker benimmt und bewährt.

Digitized by Google

Ein gewisses Können und Wissen gehört also dazu, um sich **mit Vorteil** des Stickstoffkalks zu bedienen. Daß dieses aber nicht nur möglich, sondern auch mit ausreichender Sicherheit durchzuführen ist, zeigen die Ergebnisse der zahlreichen Düngungsversuche in Gefäßen und auf dem Felde, die aus den verschiedensten Teilen Deutschlands und von den verschiedensten Bodenarten vorliegen. Man wird nach Durchsicht dieser Versuche zugeben müssen, daß der Stickstoffkalk im allgemeinen „gut abgeschnitten" hat.

Im folgenden sollen noch einmal, kurz zusammenfassend, die besonderen Eigenschaften des Stickstoffkalks und die Erscheinungen, die bei seiner Verwendung hervorgetreten sind, geschildert werden, um an der Hand derselben allgemeine Regeln für den Gebrauch des sehr beachtenswerten Düngemittels ableiten zu können.

Das Calciumcyanamid, der wertvolle stickstoffhaltige Bestandteil des Stickstoffkalks ist ein **Pflanzengift** und ebenso die nächsten Spaltungsprodukte dieses Stoffes, die sich beim Zusammenkommen mit der Bodenfeuchtigkeit bilden müssen.

Diese Verbindungen müssen im Boden, bevor sie als **Pflanzennahrung** in Betracht kommen, tiefer gehende Zersetzungen erleiden, die im wesentlichen durch Bakterien veranlaßt werden. Am leichtesten und schnellsten gehen die Umwandlungen im absorptionskräftigen, also tonhaltigen Boden vor sich. Ob bei dieser Begünstigung des Zersetzungsprozesses, bei dem aus dem Stickstoff des Calciumcyanamids zunächst Ammoniak und dann später Salpetersäure gebildet wird, die zeolithischen Bestandteile, die Eisenverbindungen oder auch der Kalkgehalt des Bodens besondere Bedeutung besitzen, wissen wir noch nicht. Es steht aber fest, daß mit abnehmendem Tongehalt auch die Schnelligkeit und Energie der Zerlegung abnimmt; auf sterilem Sand und auf saurem Moorboden findet die Umwandlung in Ammoniak äußerst langsam statt.

Aus den Spaltungsprodukten des Calciumcyanamids kann sich auch unter Umständen im Boden Dicyandiamid bilden, eine verhältnismäßig widerstandsfähige, auch giftige Verbindung, die längere Zeit unzersetzt im Boden bleiben kann. Es muß deshalb dafür gesorgt werden, daß das Dicyandiamid sich überhaupt nicht bildet, was unschwer zu erreichen ist.

Die vollständige Umwandlung des vom Boden absorbierten Cyanamids verläuft nach den vorliegenden Untersuchungen nicht immer schnell; sie ist natürlich abhängig von der Bakterientätigkeit des Bodens und

Digitized by Google

diese wieder von einer Anzahl bekannter Bedingungen. Zumeist werden Wochen darüber hingehen, bevor aus der gesamten Calciumcyanamidmenge Salpetersäure geworden ist. In dieser Beziehung hat also unsere Verbindung große Ähnlichkeit mit dem schwefelsauren Ammoniak, mit dem sie auch in Bezug auf die Art der Verwendung und auf die erzielten Erträge am meisten vergleichbar ist.

Da das absorbierbare Spaltungsprodukt des Calciumcyanamids anscheinend nicht unmittelbar nach dem Ausbringen auf den Acker gebildet wird (abgesehen von sehr schweren Böden) und auch aus den Beimengungen im Stickstoffkalk Acetylen und Phosphorwasserstoff entstehen können, soll nach der Verwendung des Stickstoffkalks nicht unmittelbar die Aussaat erfolgen. Je nach dem Tongehalt des in Frage kommenden Ackers wird man 2 bis 8 Tage nach dem Ausstreuen des Düngers die Aussaat vornehmen können, ohne Schädigungen befürchten zu müssen.

Der Stickstoffkalk wirkt bei verschiedenen Früchten verschiedenartig, seine Wirkung kommt auch in dieser Beziehung der des Ammoniaks am nächsten. Die Rüben, vornehmlich die Futterrüben, die im allgemeinen besonders dankbar für Salpeterdüngung sind, haben bei den vorliegenden Versuchen zumeist eine recht günstige Wirkung des **Kalkstickstoffs** hervortreten lassen. Nach P. Wagner soll allerdings Calciumcyanamid kein geeigneter Stickstoffdünger für Futterrüben sein..

Der Stickstoffkalk der Gesellschaft für Stickstoffdünger und der Kalkstickstoff der Cyanidgesellschaft haben bei den mit ihnen angestellten Vergleichsversuchen die gleichen Erscheinungen hervortreten lassen, so daß die folgenden Regeln für die Anwendung gleichmäßig für beide Düngemittel gelten. Die Regeln stellen eine auf Grund der vorliegenden Erfahrungen vorgenommene wesentliche Erweiterung der ursprünglichen Vorschriften von Frank dar, sie lauten:

1. Der Stickstoffkalk ist kein Düngemittel für **saure Humusböden (Hochmoorböden)**, da seine Wirkung dort fraglich bleibt und nicht selten eine direkte Vergiftung der Kulturpflanzen eintreten kann.

2. Für leichte, wenig tätige **Sandböden**, vor allem wieder für solche saurer Reaktion, empfiehlt sich die Anwendung des Stickstoffkalks aus demselben Grunde nicht. (Hier wie im ersten Falle haben wir es mit wenig absorptionskräftigen Böden zu tun.)

Digitized by Google

3. Alle anderen Böden, besonders die tonigen, feinerdigen, die absorptionskräftig sind, ausreichend Kalk enthalten und regelrecht mit Stalldünger versehen werden, gestatten die Anwendung von Stickstoffkalk. Der neue Dünger wird hier wohl immer mit gutem Erfolg, mit dem gleichen Erfolg wie schwefelsaures Ammoniak, angewendet werden, wenn folgendes Beachtung findet:

a) Die für ein Hektar anzuwendende Menge betrage je nach dem Stickstoffbedürfnis des Bodens 150—300 kg; entsprechend 30—60 kg Stickstoff.

b) Da der Stickstoffkalk in der bisherigen Beschaffenheit furchtbar staubt, streue man ihn möglichst mit der Düngerstreumaschine, die man in der geschilderten Weise mit Säcken oder Tüchern oder der vorn erwähnten neuen Blechvorrichtung versehen hat. Soll das Düngemittel mit der Hand gestreut werden, so ist es, wenn es die bisherige Beschaffenheit besitzt, vorher mit der doppelten Menge nicht zu trockenen, aber auch nicht zu feuchten Bodens gründlich zu mischen und sofort auszustreuen.

Am richtigsten ist es für das Ausstreuen mit der Hand, das neuerdings hergestellte staubfreie Produkt anzuwenden.

c) Das Ausstreuen des Düngemittels soll nach **Frank** 8 bis 14 Tage vor der Aussaat erfolgen. Auf den für Stickstoffkalk wirklich geeigneten Bodenarten, die wir oben näher bezeichneten, ist (wenn nicht sehr große Trockenheit herrscht) die Einhaltung dieser Frist nicht so wesentlich; je nach Bodenart 2—8 Tage vor der Aussaat gestreut und richtig in den Boden gebracht, verliert der Stickstoffkalk seine für die Keimung und für die jungen Pflanzen schädlichen Eigenschaften fast vollständig.

d) Sehr genau muß darauf geachtet werden, daß der Stickstoffkalk sofort nach dem Ausstreuen durch Einpflügen, Einkrümmern oder Einhacken gründlich mit dem Boden der Oberflächenschicht vermischt wird. Es

Digitized by Google

ist auch darauf zu achten, daß nicht gestreut wird, wenn die Oberfläche des Ackers feucht und sehr warm ist. (Es sind das Bedingungen, die der Dicyandiamidbildung günstig sind.)

e) Im allgemeinen ist der Stickstoffkalk **kein** Kopfdünger. Mit der in lebhafter Vegetation befindlichen Pflanze zusammengebracht, äußert er meist seine giftigen Eigenschaften. Im Frühjahr und Sommer ist der Stickstoffkalk deshalb weder auf dem Felde noch auf der Wiese als Kopfdünger zu benutzen.

   Anders scheint nach P. Wagner die Sache in den Wintermonaten bei den fast ruhenden Wintersaaten zu sein. Hier soll eine Kopfdüngung befriedigende Ergebnisse liefern. Zu dieser Zeit wird Stickstoffkalk auch auf der Wiese verwendet werden können.

f) Der Stickstoffkalk darf auf keinen Fall mit Superphosphat vermischt werden. Dagegen ist eine Vermischung mit Kalisalzen oder Thomasmehl oder mit beiden statthaft und unter Umständen zu empfehlen.

   Mischungen mit Kalisalzen sind von Westeregeln direkt zu beziehen.

g) Stickstoffkalk muß, wenn es nötig wird, so trocken wie eben möglich gelagert werden.

Wie man aus diesen Maßnahmen für die Verwendung des Stickstoffkalks ersehen kann, handelt es sich um ein Düngemittel, das in recht ähnlicher Weise auf den Acker gebracht werden muß, wie das schwefelsaure Ammoniak. Auch dieses ist eigentlich kein Kopfdünger, obgleich es verschiedentlich dazu verwendet wurde und nicht immer ohne Erfolg und auch das schwefelsaure Ammoniak wird am richtigsten vor der Einsaat in ganzer Menge in den Boden gebracht und durch geeignete Maßnahmen gründlichst mit diesem vermischt.

Wie die Ergebnisse der Versuche zeigen, ähnelt der Stickstoffkalk auch in seinen Erfolgen (in den beobachteten Erntesteigerungen) außerordentlich dem Ammoniaksalz. Man kann wohl behaupten, daß überall, wo das schwefelsaure Ammoniak sich Heimatsberechtigung erworben hat, auch der Stickstoffkalk ein gleiches

Digitized by Google

tun wird. Die Erfolge werden bei beiden sehr annähernd dieselben sein.

Wenn auch der Stickstoffkalk nicht unbedeutend mehr Aufmerksamkeit verlangt als das Ammoniaksalz, so ist doch der Preisunterschied des Stickstoffs in beiden Düngemitteln heute schon so groß, daß das neue Düngemittel entschieden alle Beachtung verdient.

Es kostet zur Zeit ungefähr:

1 kg	Stickstoff	im Chilisalpeter	1,45	Mk.
1 „	„	„ schwefels. Ammoniak .	1,30	„
1 „	„	„ Stickstoffkalk	1,12	„

Bei Annahme von 20%iger Ware macht das für schwefelsaures Ammoniak und Stickstoffkalk schon einen Preisunterschied von 3,60 Mk. für den Doppelzentner, zu Gunsten des Stickstoffkalks. Hoffen wir für die Landwirtschaft, daß er bald noch billiger dargestellt und angeboten wird als bisher.

Es ist weiterhin keineswegs die Hoffnung von der Hand zu weisen, daß die Gewinnung des Stickstoffkalks nur einen der ersten Schritte auf dem Wege der Nutzbarmachung des atmosphärischen Stickstoffs für die Landwirtschaft und für andere Zwecke durch die chemische Technik darstellt. Schon heute ist man in der Lage, den Stickstoff des Stickstoffkalks in gesamter Menge in Ammoniak umzusetzen, und ein neues, vor kurzer Zeit von der Gesellschaft für Stickstoffdünger in Westeregeln zum Patent angemeldetes Verfahren, das am 6. Mai dieses Jahres veröffentlicht wurde, gestattet diese Umsetzung in sehr einfacher, zweckmäßiger und billiger Weise.

Naturgemäß wird sich aber der Stickstoffpreis in dem künstlichen Ammoniak höher stellen müssen als im Stickstoffkalk; und wenn im übrigen die Anwendung eben möglich ist, wird der Landwirt dem billigeren Stickstoffdüngemittel den Vorzug geben. Der Inhalt dieser Schrift zeigt nun, daß es nicht nur möglich, sondern auch vorteilhaft ist, den Stickstoffkalk direkt zu verwenden und die Umwandlung des darin enthaltenen Stickstoffs in Ammoniak und Salpetersäure dem Boden zu überlassen.

Findet der Stickstoffkalk in der Landwirtschaft guten Eingang, so kann er sehr wohl dazu berufen und im stande sein, und darin liegt wohl seine größte Bedeutung, preisregulierend auf den Salpetermarkt und den Ammoniakmarkt zu wirken.

Die Stickstoffkalkwirkung ist am ähnlichsten der Wirkung des schwefelsauren Ammoniaks, er wird auch diesem die empfindlichste Konkurrenz

Digitized by Google

machen können. Im Interesse der Landwirtschaft könnte es aber keineswegs schaden, wenn der Stickstoffkalk auch größere Teile des Gebietes, auf dem der Chilisalpeter herrscht, sich eroberte, um die obenerwähnte Preisregulierung, die immer notwendiger sich erweist, zu stande zu bringen. Daß es volkswirtschaftlich von äußerster Wichtigkeit sein würde, wenn es der chemischen Technik gelänge, das Salpetermonopol zu brechen, bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung. Damit könnte schon die Stickstofffrage für die Landwirtschaft als gelöst betrachtet werden.

Zur Zeit ist das noch nicht der Fall, aber die allerbesten Aussichten für die Zukunft haben wir ohne jeden Zweifel.

Digitized by Google

Nachschrift.

Nach Abschluß dieser Schrift kommt mir eine bei G. Fischer in Jena vor wenigen Tagen erschienene, von Herrn Dr. Wilhelm Rabius verfaßte Broschüre zur Kenntnis, welche „kritische Betrachtungen zur voraussichtlichen Lösung der Stickstofffrage" enthält. In manchen Punkten kann ich mich mit den Ausführungen Rabius' einverstanden erklären; aber wenn er den Chilisalpeter arg in den Himmel hebt und den Kalkstickstoff oder Stickstoffkalk nach Möglichkeit herabzudrücken sucht, so entspricht das, wie die vorstehenden Ausführungen zeigen, keineswegs den Tatsachen und verrät auch eine gewisse Tendenz.

Ferner spricht Rabius den bisherigen Verfahren, den Stickstoff der Luft in Bindung zu bringen, nur unter besonders günstigen Verhältnissen eine Rentabilität zu. Er sagt dann: „Sind die Verfahren aber nach ihrem jetzigen Stande nur unter ganz besonders günstigen Verhältnissen rentabel, so ist ihre allgemeine Aufnahme und Durchführung und damit die Hoffnung, später mit ihrer Hilfe den jetzt durch den Chilisalpeter gedeckten riesigen Stickstoffbedarf zu versorgen, hinfällig."

Soweit Rabius bei seinen Einschätzungen die Verfahren von Birkeland und Eyde (Notodden) und auch das von Frank (Piano d'Orta) im Auge hat, muß ihm in vielem recht gegeben werden. Bei der Beurteilung des Polzeniusz-Verfahrens (Westeregeln) und seiner Ausnutzung und Bedeutung sind ihm aber so viele Unrichtigkeiten untergelaufen, daß sein Urteil in dieser Sache als durchaus unmaßgeblich bezeichnet werden muß. So z. B. gibt Rabius bei der Berechnung der Produktionskosten des Stickstoffkalks als Preis des Calciumkarbids 230 Mk. an. Es ist das der Preis, den der Krämer zahlt, wenn er Karbid für Laternen einkauft. Bei solchen Ansätzen läßt sich natürlich keine Rentabilität für die Umwandlung des Karbids in Stickstoffkalk herausrechnen.

Ich will hier nicht weiter auf die sehr lesenswerte Schrift von Rabius eingehen und nur folgendes noch betonen: es will mir scheinen und es dürfte das auch aus der vorliegenden Schrift hervorgehen, daß zur Zeit allein das Verfahren der Gesellschaft für Stickstoffdünger, den Stickstoff der Luft nutzbar zu machen, als aussichtsreich und lebenskräftig bezeichnet werden kann.

Jena, Anfang Juni 1907.

Immendorff.



Digitized by Google

YC 69220





Digitized by Google

